Wissenschaftsethik
und Technikfolgenbeurteilung
Band 28

M. Kloepfer et al.

Leben mit Lärm?

Risikobeurteilung und Regulation des Umgebungslärms im Verkehrsbereich

Springer

Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung
Band 28

Schriftenreihe der Europäischen Akademie zur Erforschung
von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH
herausgegeben von Carl Friedrich Gethmann

M. Kloepfer · B. Griefahn · A. M. Kaniowski · G. Klepper
S. Lingner · G. Steinebach · H. W. Weyer · P. Wysk

Leben mit Lärm?

Risikobeurteilung und Regulation des Umgebungslärms im Verkehrsbereich

Unter Mitarbeit von
P. Gussone, M. Hecht, M. Rumberg, H. Steven

Mit 112 Abbildungen und 14 Tabellen

Springer

Reihenherausgeber
Professor Dr. Dr. h.c. Carl Friedrich Gethmann
Europäische Akademie GmbH
Wilhelmstraße 56, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Für die Autoren
Professor Dr. Michael Kloepfer
Humboldt-Universität
Institut für Öffentliches Recht und Völkerrecht, Berlin

Redaktion
Katharina Mader und Friederike Wütscher
Europäische Akademie GmbH
Wilhelmstraße 56, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

ISBN-10 3-540-34509-4 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-34509-1 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: Köllen-Druck+Verlag GmbH, Bonn + Berlin
Herstellung: PTP-Berlin Protago-TEX-Production GmbH, Berlin (www.ptp-berlin.com)
Einbandgestaltung: deblik, Berlin
Gedruckt auf säurefreiem Papier 62/3141/Yu – 5 4 3 2 1 0

EUROPÄISCHE AKADEMIE
zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen
Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH
Direktor: Professor Dr. Dr.h.c. Carl Friedrich Gethmann

Die Europäische Akademie

Die Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH widmet sich der Untersuchung und Beurteilung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen für das individuelle und soziale Leben des Menschen und seine natürliche Umwelt. Sie will zu einem rationalen Umgang der Gesellschaft mit den Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen beitragen. Diese Zielsetzung soll sich vor allem in der Erarbeitung von Empfehlungen und Handlungsoptionen für Entscheidungsträger in der Politik und Wissenschaft sowie die interessierte Öffentlichkeit realisieren. Diese werden von interdisziplinären Projektgruppen, bestehend aus fachlich ausgewiesenen Wissenschaftlern, erstellt.

Die Reihe

Die Reihe „Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung" dient der Veröffentlichung von Ergebnissen aus der Arbeit der Europäischen Akademie und wird von ihrem Direktor herausgegeben. Neben den Schlussmemoranden der Projektgruppen werden darin auch Bände zu generellen Fragen der Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung aufgenommen sowie andere monographische Studien publiziert.

Hinweis

Das diesem Bericht zugrunde liegende Projekt „Umgebungslärm. Risikobeurteilung und Regulation am Beispiel des Verkehrsbereichs“ wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16I1513 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Geleitwort

Umgebungslärm scheint ein Charakteristikum der Moderne zu sein. Die Frage, ob und inwieweit *Leben mit Lärm* hinzunehmen sei, stellt sich im Verkehrsbereich vor dem Hintergrund von individuellen Mobilitätsentscheidungen, die Lärmbelastungen Dritter und entsprechende Duldungserwartungen nach sich ziehen. Diese Entscheidungen werden – auf dem jeweiligen Stand der Technik – von räumlichen und gesellschaftlichen Faktoren beeinflusst, wie den vorfindlichen Infrastrukturen vor Ort und ihrer Vernetzungen in der Fläche sowie den Regeln und Üblichkeiten, die das „Lärmhandeln" flankieren. Die daraus folgenden Konflikte zwischen Lärmverursachern, Lärmbetroffenen und regulierenden Institutionen sind insbesondere durch die kontextuelle und individuelle Variabilität faktischer Lärmbelästigungsurteile gekennzeichnet, was ihre akzeptable Lösung erschwert. Dabei ist stets zu berücksichtigen, dass Mobilität als Grundrecht jedes Einzelnen Merkmal einer liberalen Gesellschaft ist.

Diese komplexe und schwierige „Problemtopographie" stellt rationale Lösungen anstehender Fragen zu einem akzeptierbaren *Leben mit Lärm* vor besondere Herausforderungen. Der Klärung dieser Fragen widmete sich ein auf zweieinhalb Jahre angelegtes Forschungsprojekt der Europäischen Akademie. Auf der Basis einer kritischen Bestandsaufnahme der relevanten Disziplinen erarbeitete eine interdisziplinäre Projektgruppe wissenschaftlich fundierte Vorschläge und Empfehlungen zum rationalen Umgang mit der Umgebungslärmproblematik am Beispiel des Verkehrsbereichs. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dokumentiert der vorliegende Band. Allen Mitgliedern der Projektgruppe sei für die geduldige und erfolgreiche Bewältigung dieser anspruchsvollen und konfliktträchtigen Aufgabenstellung gedankt sowie den externen Fachleuten, die zum Gelingen des Vorhabens beitrugen.

Bad Neuenahr-Ahrweiler, März 2006 Carl Friedrich Gethmann

Vorwort

Die Regulierung von Lärmimissionen war lange Stiefkind des Umweltschutzes. So wurden Lärmeinwirkungen hauptsächlich im Rahmen der Genehmigung von Industrieanlagen und Flughäfen sowie im Arbeitsschutz geregelt. Dabei stand die auf einzelne Quellen bezogene Gefahrenabwehr im Vordergrund, die der spezifischen Belästigungs- und Störungswirkung des sich aus vielen Quellen ergebenden Umgebungslärms aber nur unzureichend gerecht wurde. Dies änderte sich 2002 mit dem Erlass der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm und der in Deutschland am 30. Juni 2005 in Kraft getretenen gesetzlichen Umsetzung, die auch vorsorgende Elemente zum Vorteil Dritter vorsieht. Es zeichnet sich ab, dass mit den entsprechend zu entwickelnden untergesetzlichen Regelwerken hierdurch der speziellen Problematik des Umgebungslärms künftig zielgenauer Rechnung getragen wird.

Die Europäische Akademie GmbH nahm diese Entwicklungen und Perspektiven zum Anlass, im Rahmen eines interdisziplinären Projekts entsprechende Untersuchungen zum Forschungsgegenstand mit dem Fokus „Verkehrslärm“ durchzuführen, um den Adressaten aus Politik und Öffentlichkeit wissenschaftlich fundierte Empfehlungen zum künftigen Umgang mit der Umgebungslärmproblematik und zur Konkretisierung entsprechender Regulierungen an die Hand zu geben. Den Anstoß für erste Projektüberlegungen zum Thema gab ein orientierendes Fachgespräch zu „Environmental Noise“ im Dezember 2002. Die Teilnehmer waren C. D. San Martin Castano (AENA Madrid), Professor Dr. R. Friedrich (Universität Stuttgart), Professor Dr. B. Griefahn (Universität Dortmund), J. Guerra-Gonzales (Europäische Akademie), Professor Dr. K. Kornwachs (BTU Cottbus), Professor Dr. H. Strasser (Universität Siegen) und Dr. D. Wurzel (DLR Köln). Eine entsprechende Schrift mit dem Schwerpunkt „Aircraft Noise“ wurde im März 2004 als Band 36 der Grauen Reihe der Europäischen Akademie veröffentlicht.

Nach einer anschließenden Vorbereitungsphase konstituierte sich die interdisziplinäre Arbeitsgruppe Ende 2003 zur Durchführung des Forschungsprojekts, bestehend aus der Medizinerin Professor Dr. Barbara Griefahn (Universität Dortmund), dem Juristen Professor Dr. Michael Kloepfer (Humboldt-Universität zu Berlin), dem Philosophen Professor Dr. Andrzey M. Kaniowski (Universität Lodz), dem Ökonomen Professor Gernot Klepper, Ph.D. (Institut für Weltwirtschaft Kiel), dem Planungswissen-

schaftler Professor Dr.-Ing. Gerhard Steinebach (Technische Universität Kaiserslautern), dem Ingenieur Professor Dr.-Ing. Heinrich B. Weyer (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln) und dem Richter Dr. Peter Wysk (Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen, Münster). Professor Dr. Michael Kloepfer war zugleich Vorsitzender der Projektgruppe. Dr. Stephan Lingner leitete das Projekt seitens der Europäischen Akademie.

Zur inhaltlichen Konsolidierung der Projektarbeit trugen auch externe Expertisen von Dr. H. M. E. Miedema (TNO Delft), Professor Dr. M. Hecht (TU Berlin) und Dipl.-Ing. Steven (TÜV Essen) bei, die zu faktischen Lärmbelästigungsurteilen Betroffener bzw. zu Lärmemissionen straßen- und schienengebundener Verkehrsträger Stellung nahmen. Letztere wurden in überarbeiteter Form in die einschlägigen Abschnitte der vorliegenden Publikation integriert.

Die Projektgruppe dankt auch Dr. Peter Gussone (Humboldt-Universität zu Berlin) und Dipl.-Ing. Martin Rumberg (TU Kaiserslautern) für ihr besonderes Engagement bei der wissenschaftlichen Assistenz im Projekt sowie Katharina Mader und Friederike Wütscher (beide an der Europäischen Akademie) für die redaktionelle Betreuung dieses Buchprojekts.

Im April 2005 ergab sich für die Projektgruppe die Möglichkeit, ihre vorläufigen Ergebnisse im Rahmen der Frühjahrstagung der Europäischen Akademie in Bad Neuenahr mit der interessierten Öffentlichkeit und geladenen Experten zu diskutieren und zu konkretisieren. Die Projektgruppe hat für die Mitwirkung an dieser Tagung hierbei insbesondere Professor Dr.-Ing. K. J. Beckmann (RWTH Aachen), Staatsekretärin a.D. C. Friedrich (Ministerium für Umwelt und Naturschutz NRW), Dr. K. Haag (Deutsche Lufthansa AG, Frankfurt a.M.), Professor Dr. M. Hecht (TU Berlin), Professor Dr. J. Hellbrück (Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt), Dr. M. Kalivoda (psiA-Consult GmbH, Wien), Professor Dr. L. Krämer (ehem. Europäische Kommission), Professor Dr. R. Kühne (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin), Professor Dr.-Ing. H. J. Lichtfuß (ehem. TSB Berlin) und Dr. M. Mather (Deutsche Bahn AG, Berlin) für ihre konstruktiven Kommentare zu danken.

Berlin, März 2006 Michael Kloepfer

Inhaltsübersicht

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen 1

Summary and Conclusions 21

A Einführung 41

B Lärm und Mobilität aus philosophischer und gesellschaftstheoretischer Perspektive 65
1 Allgemeine Kennzeichnung des Lärmphänomens 66
2 Die Systematik der Lärmphänomene 69
3 Methodologischer Exkurs 77
4 Beispiele kultur-zivilisatorischer und gesellschaftstheoretischer Betrachtungen von Lärm und Verkehr 97
5 Gerechtigkeitsfrage 113

C Lärmwirkungen 125
1 Einleitung 125
2 Aurale Effekte 129
3 Primäre extraaurale Lärmwirkungen 131
4 Sekundäre Lärmwirkungen 151
5 Lärmbedingte Gesundheitsstörungen (tertiäre Lärmwirkungen) 165

D Technische und planerische Aspekte des Verkehrslärms 173
1 Grundlagen der Akustik 173
2 Entstehung und Perspektive von Straßenverkehrsgeräuschen 181
3 Entstehung und Perspektive von Schienenverkehrsgeräuschen 207
4 Entstehung und Perspektive des Luftverkehrslärms 223
5 Messung und Berechnung von Verkehrsgeräuschen 241
6 Raum- und akzeptorbezogene Modellierung und Bewertung von Geräuschbelastungen 261
7 Raumbezogene Lärmminderungspotentiale 281

E Ökonomische Aspekte 311
1 Lärm als Externalität 311
2 Leben mit Lärm – Der „optimale Lärmpegel“ 313
3 Kosten und Nutzen der Lärmreduktion 319
4 Gesamtwirtschaftliche Rückkopplungseffekte 337

F Lärmschutz als Abwägung 339
1 Typische Lärmkonflikte 339
2 Beteiligte rechtliche Schutzgüter 365
3 Abwägung und Prinzipien der Umweltpolitik 389
4 Abwägung und Instrumente des Verkehrslärmschutzes..... 405
5 Abwägungsebenen 447
6 Staatliche Abwägungsentscheidungen in der Praxis..... 483

G EU-Umgebungslärmrichtlinie..... 519

Autoren

Griefahn, Barbara, Univ.-Prof. Dr. med., Ärztin für Arbeitsmedizin, Umweltmedizin, Sozialmedizin. Studium der Humanmedizin in Münster, Marburg und Essen/Bochum. 1971 Promotion Universität Bochum. 1972 Medizinalassistentin Klinikum Essen. 1973–1990 wissenschaftliche Mitarbeiterin (ab 1976 Oberärztin) Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin der GHS Essen, Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Mainz, Institut für Arbeitsmedizin der Universität Düsseldorf. 1984 Habilitation an der medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf. Seit 1990 C4-Professur für Umweltphysiologie und Arbeitsmedizin am Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund, kooptiert am Fachbereich Statistik. Arbeitsgebiete: extraaurale Wirkungen des Lärms (Schlaf, Leistung, Befinden), Chronobiologie (Schichtarbeit, lichtinduzierte Änderung der Phasenlage). Anschrift: Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund, Ardeystr. 67, 44139 Dortmund. E-mail: griefahn@ifado.de

Kaniowski, Andrzej M., Professor nadzw. Dr. hab., Studium der Theorie der Ökonomie an der Warschauer Universität; 1974–1981 Assistent im Institut für Politische Wissenschaften an der Universität Lodz; 1982 Promotion in der Philosophie an der Warschauer Universität; 1982–1999 Adjunkt am Lehrstuhl für Philosophie an der Universität Lodz; 1990–1991 Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung am Philosophischen Seminar A der Universität Bonn; 1999 Habilitation an der Universität Lodz; 2002 Professor für Ethik und Sozialphilosophie an der Universität Lodz. Arbeitsgebiete: Sozialphilosophie, Moral und Ethik. Anschrift: Uniwersytet Lodzki, Katedra Etyki, Ul. Kopcinskiego 16/18, 90-242 Lodz/Polen. E-mail: maciek@filizof.uni.lodz.pl

Klepper, Gernot, Ph.D., M.S. Agricultural Economics, Dipl.-Volkswirt, Studium der Volkswirtschaftslehre in Heidelberg und der Agrarökonomie an der University of Kentucky, USA. 1983 Promotion im Fachbereich Agrarökonomie an der University of Kentucky, USA. Seit 1984 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel. Ehrenprofessor des Landes Schleswig-Holstein. Arbeitsgebiete: Umweltökonomie, Handelstheorie, Simulationsmodelle. Anschrift: Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 120, 24105 Kiel. E-mail: gernot.klepper@ifw-kiel.de

Kloepfer, Michael, Professor Dr. jur., seit 1992 Professor für Staats- und Verwaltungsrecht, Europarecht, Umweltrecht, Finanzrecht und Wirtschaftsrecht an der Humboldt-Universität zu Berlin. Direktor am Institut für Öffentliches Recht und Völkerrecht, am Institut für Deutsches und Internationales Baurecht, am Walter-Hallstein-Institut für Europäisches Verfassungsrecht. 1988–1993 Vorsitzender einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe zur Erarbeitung eines Umweltgesetzbuches, 1992–1998 stellvertretender Vorsitzender der Unabhängigen Sachverständigenkommission „Umweltgesetzbuch". Seit 1996 Präsident des Forschungszentrums Umweltrecht e.V. und des Forschungszentrums Technikrecht e.V. Seit Januar 2005 Vorsitzender der Berliner Wissenschaftlichen Gesellschaft e.V.; seit 2004 Vorsitzender einer interdisziplinären Arbeitsgruppe an der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen; Vorsitzender des Beirats der Europäischen Akademie für Informationsfreiheit und Datenschutz. Über 300 Veröffentlichungen aus allen Gebieten des Öffentlichen Rechts insbes. des Verfassungsrechts, Umweltrechts und des Technikrechts sowie des Finanz- und Wirtschaftsrechts. Herausgeber bzw. Mitherausgeber von neun umweltrechtlichen und umweltpolitischen Schriftenreihen und Zeitschriften. Anschrift: Institut für Öffentliches Recht und Völkerrecht der Humboldt- Universität zu Berlin, Unter den Linden 9–11, 10099 Berlin. E-mail: michael.kloepfer@rewi.hu-berlin.de

Lingner, Stephan, Dr. rer. nat., Dipl.-Geol., Studium der Geologie in Würzburg und Tübingen. 1990 Promotion im Fachbereich Chemie an der Universität Münster. 1990 bis 1996 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln. Seit 1996 Projektleiter und seit 10/2005 Stellvertreter des Direktors an der Europäischen Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH. Lehrbeauftragter im Fachbereich Mathematik und Technik an der Fachhochschule Koblenz seit 2000. Arbeitsgebiete: Raumfahrt-Nutzungskonzepte, Technikfolgenbeurteilung, Umweltforschung. Anschrift: Europäische Akademie GmbH, Wilhelmstr. 56, 53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler. E-mail: stephan.lingner@ea-aw.de

Steinebach, Gerhard, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Studium der Raum- und Umweltplanung an der Universität Kaiserslautern. Promotion 1987 zum Thema „Luft- und Lärmgrenzwerte in der Bauleitplanung". Von 1979–1988 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für „Verwaltungs- und Rechtslehre der Raumplanung, des Städtebaus und des Umweltschutzes" an der Universität Kaiserslautern. Von 1988–1999 Leiter der „Forschungs- und Informations-Gesellschaft für Fach- und Rechtsfragen der Raum- und Umweltplanung", FIRU, Kaiserslautern und Berlin. 1997 Honorarprofessor und 1999 ordentlicher Professor für Stadtplanung an der Technischen Universität Kaiserslautern. Seit 2004 Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover. Anschrift: Technische Uni-

versität Kaiserslautern, Pfaffenbergstr. 95, 67663 Kaiserslautern. E-mail: steineb@rhrk.uni-kl.de

Weyer Heinrich B., Prof. Dr.-Ing., 1965 Diplom der Ingenieurwissenschaften an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen, promovierte dort 1973 zum Dr.-Ing. 1965–1984 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Antriebstechnik der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt, ab 1970 als Leiter der Abteilung Verdichtertechnologie. 1984 Leitung des Deutsch-Niederländischen Windkanals nahe Emmeloord in den Niederlanden; 1988 zum Direktor am Institut für Antriebstechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) berufen, gleichzeitig Ruf an die Ruhr-Universität Bochum (RUB) für das Fachgebiet Luftstrahlantriebe. Vielfältige nationale und internationale Aktivitäten auf dem Gebiet der Flug- und Kraftwerksgasturbinen. Er ist Mitglied des Turbomachinery Committee der ASME, der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR), des Propulsion und Energetic Panel der AGARD und des Beratenden Ausschusses nach §32a Luftverkehrsgesetz. In seiner aktiven Zeit hat er wesentliche Beiträge geleistet, nationale Technologie-Programme und Forschungsverbünde, u.a. AG-Turbo, Schadstoffe in der Luftfahrt und Leiser Verkehr, ins Leben zu rufen und zu führen. Anschrift: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Linder Höher, 51147 Köln. E-mail: heinrich.weyer@dlr.de

Wysk, Peter, Dr. iur., Studium der Rechtswissenschaft an der Ruhr-Universität Bochum, anschließend dort wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Bürgerliches Recht und Rechtsgeschichte, 1992 Promotion. Seit 1987 Richter, 1990 Richter am Verwaltungsgericht in Gelsenkirchen, 1995 Richter am Oberverwaltungsgericht in Münster. Seit 1996 Lehrbeauftragter an der Ruhr-Universität Bochum, 2006 Lehrbeauftragter an der Humboldt-Universität zu Berlin. Arbeitsgebiete u.a. Planungsrecht, insbesondere Luftverkehrsrecht, Ordnungsrecht, Telekommunikationsrecht, Abfall- und Wasserrecht, öffentliches Dienstrecht. Anschrift: Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen, Aegidiikirchplatz 5, 48143 Münster. E-mail: p.wysk@gmx.net

Weiterhin haben mitgewirkt:

Dr. jur. Peter Gussone, Humboldt-Universität Berlin, Unter den Linden 9/11, 10099 Berlin;

Professor Dr.-Ing. Markus Hecht, Geschäftsführender Direktor des Instituts für Land- und Seeverkehr der Technischen Universität Berlin, Salzufer 17-19, 10587 Berlin;

Dipl.-Ing. Martin Rumberg, Technische Universität Kaiserslautern, Pfaffenbergstr. 95, 67663 Kaiserslautern;

Dipl.-Ing. Heinz Steven, Bereichsleiter „Geräusche, Messtechnik, Modellierung“ der RWTÜV Fahrzeug GmbH, Ginsterweg 5, 52146 Würselen.

Abkürzungen

A	Annoyanced
ACTH	Adeno-CorticoTropes Hormon
AI	Artikulations-Index
A320	Airbus 320
BauGB	Bau-Gesetzbuch
BauNVO	Bau-Nutzungs-Verordnung
BayImSchG	Bayerisches Immissionsschutzgesetz
BGB	Bundesgesetzbuch
BGH	Bundesgesetzhof
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BinSchAufG	Binnenschifffahrtsaufgabengesetz
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Wohnen
BNatSchG	Bundes-Naturschutzgesetz
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
B727	Boeing 727
CHF	Schweizer Franken
DALY	Disability Adjusted Life Years
DB	Deutsche Bahn AG
dB(A)	Schalldruck in Dezibel A-bewerteter Terz-Spektren
DENL	Day-Evening-Night Level
DFS	Deutsche Flugsicherungs-GmbH
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DNL	Day-Night Level
EEL	Environmental Exposure Level
ENEL	Environmental Night-time Exposure Level
EPNL	Effective Perceived Noise Level

GG	Grundgesetz
GG-Klötze	Graugruss-(Brems-)Klötze
HA	Highly Annoyanced
HALY	Health Adjusted Life Years
HDV	High Duty Vehicles
Hz	Hertz
ICAO	International Civil Aviation Organization
ISO	International Standardization Organization
kW	Kilowatt
LAeq	Äquivalent-Pegel
Lday	day level
Lden	day-evening-night level
Leq	equivalent level
Levening	evening level
Lm	Mittelungspegel
LN	Geräuschpegel
LNA	Störschallpegel
Lnight	night level
LS	Sprachpegel
LSNA	Sprach-Geräuschabstand
LDV	Low Duty Vehicles
LH	Lufthansa AG
LImSchG NRW	Landes-Immissionsschutzgesetz Nordrhein-Westfalen
LuftVG	Luft-Verkehrsgesetz
NAT	Number Above Threshold
NIHL	Noise Induced Hearing-Loss
NJW	Neue Juristische Wochenschrift
NREM	Non-REM
NSDI	Noise Sensitivity Depreciation Index
O	objektiver Charakter
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pa	Schalldruck in Pascal
REM	Rapid Eye-Movement
S	subjektiver Sinn
SIL	Speech-Interference Level
SRRA	Strategic Rail Research Agenda

SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
STI	Speech-Transmission Index
StVG	Straßenverkehrsgesetz
StVO	Straßenverkehrsordnung
SUP	Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung
SyO	systemisch-objektiver Sinn
Sz	Sinnzusammenhang
TA	Lärm Technische Anleitung Lärm
UIC	Union Internationale des Chemins de fer
UL-RL	EG-Umgebungslärmrichtline
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VOLY	Value of a Life Year
VSL	Value of a Statistical Life
WaStrG	Bundes-Wasserstraßengesetz
WG BW	Wasserstraßen-Gesetz Baden-Württemberg
WHO	World Health Organization
WTA	Willingness to Accept
WTP	Willingness to Pay

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen 1
1 Zusammenfassung der Sachlage 1
1.1 Grundfragen der Lärmproblematik und ihrer Bewertung 1
1.1.1 Die Lärmproblematik 1
1.1.2 Vorbemerkung zur Bewertung von Umweltbelastungen 2
1.2 Die wissenschaftlich-technische Sachlage 4
1.2.1 Lärmbelastungen aus medizinisch-psychologischer Sicht 4
1.2.2 Möglichkeiten der Minderung von Lärmemissionen 4
1.3 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen 7
1.3.1 Verkehrslärmbelastungen aus ökonomischer Sicht 7
1.3.2 Verkehrslärm aus juristischer Sicht 8
1.3.3 Verkehrslärm aus philosophischer Sicht 9
2 Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf 11
2.1 Leitvorstellungen 11
2.2 Strategien 12
2.2.1 Umweltpolitische Strategien 12
2.2.2 Verkehrspolitische Strategien 13
2.3 Lärmaufklärung 14
2.4 Konzepte und Maßnahmen 15
2.4.1 An den Verkehrsträgern anzusetzende Maßnahmen 15
2.4.2 Im Siedlungsbereich anzusetzende Maßnahmen 17
2.5 Forschungs- und Entwicklungsbedarf 18

Summary & conclusions 21

A Einführung ... 41
1 Hintergrund ... 41
2 Ziele und Aufgaben des Projekts ... 43
2.1 Fachliches Spektrum ... 43
3 Entwicklung des Verkehrs ... 45
3.1 Verkehrsströme von Personen und Gütern ... 45
3.2 Verkehrswachstum und -lärmentwicklung ... 50
4 Grundlegende Probleme der Risikobeurteilung und Standardsetzung ... 53
4.1 Handlungsfolgen ... 53
4.1.1 Nebenfolgen ... 53
4.1.2 Folgenfortpflanzung ... 54
4.1.3 Unterscheidungen von Nebenfolgen ... 55
4.2 Risikofragen ... 56
4.2.1 Analyse von Risiken und Probleme ihrer Bewertung ... 57
4.2.2 Beurteilung von Risiken und Störungen ... 58
4.2.3 Risikovergleiche ... 60
4.2.4 Alternative Möglichkeiten zur Beurteilung von Lärmbelastungen ... 61
4.3 Grundsätze für die Formulierung von Lärmstandards ... 62

B Lärm und Mobilität aus philosophischer und gesellschaftstheoretischer Perspektive ... 65
1 Allgemeine Kennzeichnung des Lärmphänomens ... 65
2 Die Systematik der Lärmphänomene ... 69
2.1 Dimension Verursachen – Wahrnehmen ... 69
2.2 Dimension rein subjektives Wahrnehmen – rein objektives Einwirken ... 69
2.3 Zwei komplementäre Aspekte: Ein akustisch-technischer und ein physiologisch-medizinischer Aspekt ... 70
2.4 Zwischenraum Sinn ... 70
2.5 Typologie ... 71
2.6 Systematik ... 74

3 Methodologischer Exkurs 77
3.1 Empirisch-analytischer Ansatz 77
3.2 Hermeneutisch-historischer Ansatz (d.h. sinnverstehender Ansatz) 78
3.3 Formen psychologischer Untersuchungen zur Lärmwirkung bzw. zu durch Lärm verursachter Belastung und Belästigung: Von einem empirisch-analytischen zu einem sinnverstehenden Ansatz 79
3.3.1 Psychophysischer Ansatz 80
3.3.2 Moderatorenkonzept 82
3.3.3 Regulationstheoretischer Ansatz 86
3.3.4 Phänomenologisch-begriffsanalytischer Ansatz .. 91
3.4 Fazit 94
4 Beispiele kultur-zivilisatorischer und gesellschaftstheoretischer Betrachtungen von Lärm und Verkehr 97
4.1 Kant 97
4.2 Schopenhauer 98
4.3 Theodor Lessing 99
4.4 Reymont-Singer 100
4.5 Verkehr und Moderne 103
4.6 Lärm der Fabrik vs. verkehrsverursachter Lärm 111
5 Gerechtigkeitsfrage 113
5.1 Die Entstehung der Frage nach Gerechtigkeit: Vorbedingungen systematischer Art 113
5.1.1 Überführbarkeit eines objektiven Sinnes in einen subjektiven Sinn 113
5.1.2 Vermeidbarkeit 114
5.1.3 Fazit: Bedingungen für das Entstehen des Gefühls von Ungerechtigkeit sowie des Problems der Gerechtigkeit 115
5.2 Gerechtigkeit und individuelle Rechte als die zwei wichtigsten Prinzipien für das Erheben von Ansprüchen .. 115
5.2.1 Anspruchserhebung 116
5.2.2 Menschenrechte bzw. Grundrechte 117
5.2.3 Drei Formen des Bezuges auf das Prinzip der Gerechtigkeit 119
5.2.4 Das Lärmproblem und die Konzepte der Umweltgerechtigkeit 121

C Lärmwirkungen 125
1 Einleitung 125
2 Aurale Effekte 129
3 Primäre extraaurale Lärmwirkungen 131
3.1 Physiologische Grundlagen 131
3.2 Störungen der Kommunikation durch Lärm 133
3.2.1 Einleitung 133
3.2.2 Lärmbedingte Störungen der Sprachverständlichkeit 133
3.2.3 Operationalisierung von Kommunikationsstörungen 135
3.2.4 Empfehlungen zur Begrenzung von Kommunikationsstörungen 136
3.2.4.1 Kommunikation bei Normalhörenden 136
3.2.4.2 Störungen der Sprachverständlichkeit bei besonderen Personengruppen 137
3.3 Lärmbedingte Schlafstörungen 139
3.3.1 Allgemeines zum Schlaf 139
3.3.2 Aufzeichnung und Bewertung von Schlaf und Schlafstörungen 140
3.3.3 Unterteilung lärmbedingter Schlafstörungen 141
3.3.4 Primäre Schlafstörungen 141
3.3.5 Sekundäre lärmbedingte Schlafstörungen 145
3.3.6 Langfristige Änderungen (Tertiärreaktionen) 146
3.3.7 Bewertung nächtlicher Lärmbelastungen 147
3.4 Autonome Funktionsänderungen 148
4 Sekundäre Lärmwirkungen 151
4.1 Leistungsbeeinträchtigungen 151
4.1.1 Untersuchungen des Leistungsverhaltens von Kindern 152
4.1.1.1 Experimentelle Untersuchungen 152
4.1.1.2 Feldstudien 153
4.2 Lärmbelästigung 156
4.2.1 Dosis-Wirkungsbeziehungen 157
4.2.2 Schätzung der Belästigung in der Bevölkerung 160
5 Lärmbedingte Gesundheitsstörungen (tertiäre Lärmwirkungen) 165
5.1 Herz-Kreislauferkrankungen 165
5.2 Psychomentale Erkrankungen 169
5.3 Schwangerschaft und fetale Entwicklung 171

D Technische und planerische Aspekte des Verkehrslärms 173
1 Grundlagen der Akustik..... 173
1.1 Luftschall-Entstehung, Ausbreitung, Bewertung 173
1.2 Schallentstehung im Verkehr 179
2 Entstehung und Perspektive von Straßenverkehrsgeräuschen.... 181
2.1 Spezifische Schallemission der Straßenfahrzeuge 181
2.1.1 Antriebsgeräusch 181
2.1.2 Reifen-Fahrbahngeräusche 186
2.1.3 Gesamtgeräusche 189
2.2 Geräuschemissionen im praktischen Betrieb..... 193
2.2.1 Beitrag des Einzelfahrzeugs zum Mittelungspegel 193
2.2.2 Beiträge der Fahrzeugkategorien zur gesamten Geräuschbelastung..... 196
2.3 Minderungspotentiale im Straßenverkehr 199
2.3.1 Personenkraftwagen und Motorräder..... 199
2.3.2 Nutzfahrzeuge 201
2.3.3 Reifen und Fahrbahndeckschichten 202
2.3.4 Prioritäten bei der weiteren Lärmbekämpfung 205
3 Entstehung und Perspektive von Schienenverkehrsgeräuschen 207
3.1 Geräuschemission der Schienenfahrzeuge 207
3.1.1 Antriebsgeräusche 209
3.1.2 Rollgeräusche 211
3.2 Charakteristika des Schallereignisses 214
3.3 Minderungspotentiale im Schienenverkehr..... 215
3.3.1 Geräuschminderung an der Quelle..... 216
3.3.2 Lärmoptimale Betriebsweisen 219
3.3.3 Zeitliche Umsetzung der Maßnahmen 221
4 Entstehung und Perspektive des Luftverkehrslärms..... 223
4.1 Schallquellen am Flugzeug 223
4.1.1 Umströmungsgeräusche 225
4.1.2 Triebwerksgeräusche 227
4.2 Geräuschentwicklung von Strahlflugzeugen beim Start .. 231
4.3 Minderungspotenziale im Luftverkehr..... 232
4.3.1 Technische Potentiale..... 234
4.3.2 Operationelle Minderungspotentiale 238
4.3.3 Zeitliche Umsetzung 239

5 Messung und Berechnung von Verkehrsgeräuschen 241
5.1 Schallausbreitungsrechnung und Immissionsprognose .. 241
5.1.1 Grundlagen 241
5.1.1.1 Messung oder Berechnung von Verkehrsgeräuschen? 241
5.1.1.2 Emissionskenngrößen 242
5.1.1.3 Einflussfaktoren der Schallausbreitung 243
5.1.1.4 Modellierung, Langzeitbetrachtung, Prognose .. 244
5.1.2 Geometrische Ausbreitungsdämpfung 244
5.1.2.1 Punktschallquellen 244
5.1.2.2 Linienschallquellen 245
5.1.3 Absorption und Reflexion 246
5.1.4 Abschirmung und Beugung 247
5.1.5 Zeitveränderliche Einflussfaktoren 248
5.1.5.1 Luftabsorption 248
5.1.5.2 Boden und Bewuchs 248
5.1.5.3 Meteorologische Einflüsse (Wind und Temperatur) 249
5.2 Konzepte zur akustischen Beurteilung von Verkehrsgeräuschen 250
5.2.1 Frequenzbewertung 250
5.2.2 Momentan- und Langzeitbeurteilung 251
5.2.3 Schallpegel-Mittelung 252
5.2.3.1 Ansatzpunkte 252
5.2.3.2 Energieäquivalente Mittelung 253
5.2.3.3 Abweichungen vom Energieäquivalenz-Konzept .. 254
5.2.4 Beurteilungszeiträume 254
5.2.5 Weitere Beurteilungsfaktoren 255
5.2.5.1 Gewichtete Aggregation über die Beurteilungszeiträume 255
5.2.5.2 Repräsentative (stellvertretende) Beurteilungszeiten 255
5.2.5.3 Zu- und Abschläge für Verlaufseigenschaften 256
5.2.5.4 Zu- und Abschläge für besondere Geräuscheigenschaften 256
5.2.6 Ergänzende Pegelkriterien zur Langzeitbeurteilung 257
5.2.6.1 Maximalpegel 257
5.2.6.2 Perzentilkriterien 257
5.2.6.3 NAT-Kriterien 258
5.2.6.4 Zusammenfassung zur Langzeitbeurteilung 258
5.3 Grundlagendaten für die Immissionsprognose 259

6 Raum- und akzeptorbezogene Modellierung und Bewertung von Geräuschbelastungen 261
6.1 Geräuschbelastung im Siedlungsraum 261
6.2 Betroffenheitsermittlung und Quantifizierung von Betroffenenzahlen 262
6.2.1 Gesundheitsbeeinträchtigung und Betroffenheit durch Umgebungslärm 262
6.2.2 Störung durch Umgebungslärm 263
6.2.3 Belästigung durch Umgebungslärm 264
6.2.3.1 Grundüberlegungen 264
6.2.3.2 Belästigung auf Kollektivebene 265
6.2.3.3 Beurteilungsansätze für die individuelle Lärmbelästigung 266
6.2.4 Quantifizierung von Betroffenenzahlen 267
6.2.4.1 Festlegung von Wirkungsstandards und Betroffenheitskategorien 267
6.2.4.2 Festlegung der Empfindlichkeit und Abgrenzung des Kreises der Betroffenen 268
6.3 Kombinierte Geräuscheinwirkungen (Verkehrslärm) 269
6.3.1 Grundsatz 269
6.3.2 Fachliche Probleme der Gesamtlärmbeurteilung 270
6.3.2.1 Lästigkeitsdifferenzen 270
6.3.2.2 Kumulative Wirkungen 271
6.3.3 Modelle zur Gesamtlärmbeurteilung 272
6.3.3.1 Modellgruppen 272
6.3.3.2 Objektive Modelle 273
6.3.3.3 Modelle mit subjektiven Korrekturtermen 274
6.3.4 Fazit 278
7 Raumbezogene Lärmminderungspotentiale 281
7.1 Grundstruktur raumbezogener Lärmminderungspotentiale 281
7.1.1 Struktur der räumlichen Planung 281
7.1.2 Geräusche als Funktion der Bodennutzung 281
7.1.3 Systematisierung raumbezogener Minderungspotentiale im Verkehrslärm 282
7.2 Sachliche Eingrenzung der betrachteten Maßnahmen 284

7.3 Lärmminderungspotentiale nach Verkehrsträgern 285
7.3.1 Straßenverkehr 285
7.3.1.1 Typisierung 285
7.3.1.2 Maßnahmenspektrum zur lokalen Emissionsreduktion bzw. -begrenzung 287
7.3.1.3 Verkehrslenkung und Netzplanung 288
7.3.1.4 Räumliche Zuordnung von Straßen und Siedlungsflächen 290
7.3.1.5 Straßenraum 291
Verkehrsvermeidung und -verlagerung auf emissionsarme Verkehrsträger 292
7.3.2 Schienenverkehr 292
7.3.3 Luftverkehr 293
7.3.3.1 Emissionsbegrenzung und geräuschabhängige Bewegungskontingentierung 296
7.3.3.2 Optimierung der Belastungsverteilung im Raum .. 298
7.3.3.3 Regulierung der Bodennutzung in Belastungsbereichen 298
7.4 Lärmminderungspotentiale nach Raumbezug 299
7.4.1 Lärmminderungsplanung 299
7.4.2 Aktiver Schallschutz durch Lärmschutzbauwerke (Wälle, Wände und andere Transmissionshindernisse) 301
7.4.3 Passiver Schallschutz 304
7.4.3.1 Grundsatz 304
7.4.3.2 Handlungsziele des passiven Lärmschutzes 304
7.4.3.3 Umsetzungsebenen und -möglichkeiten 305
7.4.3.4 Handlungsebene Bauliche Schalldämmung 308

E Ökonomische Aspekte 311
1 Lärm als Externalität 311
1.1 Die verschiedenen Ausprägungen von Externalitäten 311
1.2 Ökonomische Auswirkungen 311
2 Leben mit Lärm – Der „optimale Lärmpegel“ 313
2.1 Optimierungskalkül für gesamtwirtschaftlich akzeptable Lärmpegel 313
2.2 Methoden zur Abschätzung von Lärmkosten 315

3 Kosten und Nutzen der Lärmreduktion 319
3.1 Empirische Schätzungen der externen Kosten von Lärm (Literaturüberblick) 319
3.1.1 Straßenverkehr 319
3.1.2 Schienenverkehr 321
3.1.3 Luftverkehr 322
3.2 Empirische Schätzungen der Kosten der Lärmreduktion .. 323
3.3 Kosten-Nutzen Relationen 324
3.4 Technische Lösungen..... 326
3.5 Verhaltensänderungen..... 327
3.6 Lärmpolitische Maßnahmen..... 328
3.7 Interaktion von Zielen und Instrumenten 330
3.8 Zur Wahl von Instrumenten des Lärmschutzes 331
3.8.1 Straßenverkehr 333
3.8.2 Schienenverkehr 335
3.8.3 Luftverkehr 336
4 Gesamtwirtschaftliche Rückkopplungseffekte 337

F Lärmschutz als Abwägung 339
1 Typische Lärmkonflikte 339
1.1 Konfliktfelder 339
1.1.1 Wirkungs- und Nutzungskonflikte durch Lärm .. 339
1.1.2 Verteilungsungleichgewichte 340
1.1.3 Konflikte durch vorgelagerte Bodeninanspruchnahmen 340
1.1.4 Gestörte Nutzungen im Einzelnen 341
1.1.4.1 Wohnen 341
1.1.4.2 Wohnen und Schlafen bei geöffneten Fenstern .. 341
1.1.4.3 Konflikte mit Gewerbebetrieben 342
1.1.4.4 Lärmsensible Nutzungen und Einrichtungen 342
1.1.4.5 Kommunale Betätigungen 343
1.1.4.6 Habitate 343
1.2 Konfliktbeteiligte 344
1.2.1 Einige notwendige Vorbemerkungen 344
1.2.2 Lärmverursacher 345
1.2.2.1 Private Verursacher 345
1.2.2.2 Der Verkehrsbereich im Allgemeinen 345
1.2.2.3 Straßen und Wasserstraßen 346
1.2.2.4 Eisenbahnen 347
1.2.2.5 Luftverkehr 347

1.2.3 Lärmbetroffene ... 348
1.2.3.1 „Nachbarn“ ... 348
1.2.3.2 Inhaber konkurrierender Nutzungsrechte ... 349
1.2.3.3 Sonderrolle von Gemeinden ... 349
1.2.3.4 Verbände und Verbandsklage ... 350
1.2.4 Staatliche Rollen in Lärmkonflikten ... 350
1.2.4.1 Der Staat als unmittelbarer Lärmerzeuger ... 351
1.2.4.2 Sicherstellung des öffentlichen Verkehrsnetzes ... 351
1.2.4.3 Originäre staatliche Planung ... 351
1.2.4.4 Privatwirtschaftliche Modelle ... 353
1.2.4.5 Schlussfolgerungen ... 354
1.2.5 Streitkonstellationen ... 355
1.2.5.1 Streit im „Dreiecks“verhältnis ... 355
1.2.5.2 Verwaltungsverfahren ... 355
1.2.5.3 Verwaltungsprozess ... 355
1.2.5.4 Aufsicht und Lärmsanierung ... 356
1.3 Beteiligte Interessen ... 356
1.3.1 Interessen der Lärmerzeuger ... 356
1.3.1.1 Geräusche als Selbstzweck ... 356
1.3.1.2 Geräusche als Begleiterscheinung ... 357
1.3.1.3 Verkehrsbereich ... 358
1.3.2 Interessen der Lärmbelasteten ... 358
1.3.3 Öffentliche Interessen ... 359
1.3.3.1 Verkehrswege als rechtfertigungsbedürftige Eingriffe ... 359
1.3.3.2 Herausbildung und Identifizierung der öffentlichen Interessen ... 359
1.3.3.3 Staatliche Planungsaussagen ... 360
1.3.3.4 Privatwirtschaftliche Planungen ... 361
1.3.4 Ausgleich der Interessen ... 362
1.3.4.1 Gegenläufige öffentliche Interessen ... 362
1.3.4.2 Lösungsansätze ... 363
2 Beteiligte rechtliche Schutzgüter ... 365
2.1 Einleitung und Problemstellung ... 365
2.2 Allgemeine Grundrechtsdogmatik ... 366
2.2.1 Staatspflicht zum Umwelt- und damit zum Lärmschutz ... 366
2.2.2 Lärmschutz durch Eingriffabwehr ... 367
2.2.2.1 Gegenüber dem Staat ... 367
2.2.2.2 Gegenüber Dritten ... 368

2.2.2.3 Staatliche Genehmigungen ... 368
2.2.3 Konzept der grundrechtlichen Schutzpflichten .. 369
2.2.4 Gefahr und Risiko ... 370
2.3 Rechtliche Schutzgüter des Lärmschutzes ... 371
2.3.1 Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG) ... 371
2.3.2 Schutzbereich des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG ... 371
2.3.3 Kriterien zur Bestimmung eines Eingriffs in die körperliche Unversehrtheit ... 373
2.3.4 Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG und staatliche Schutzpflicht ... 374
2.3.5 Die Eigentumsfreiheit (Art. 14 Abs. 1 GG) ... 375
2.3.5.1 Schutzbereich ... 375
2.3.5.2 Eingriffe ... 376
2.3.5.3 Lärm als Eingriff in die Eigentumsfreiheit des Art. 14 Abs. 1 GG ... 377
2.3.5.4 Schutzpflichten aus Art. 14 GG ... 379
2.3.6 Die Berufsfreiheit (Art. 12 Abs. 1 GG) ... 379
2.3.7 Allgemeine Handlungsfreiheit und Persönlichkeitsrecht ... 380
2.3.7.1 Allgemeine Handlungsfreiheit ... 380
2.3.7.2 Allgemeines Persönlichkeitsrecht ... 381
2.4 Rechtliche Schutzgüter der Lärmerzeugung ... 382
2.4.1 Recht auf Umweltverschmutzung – Recht auf Lärm? ... 382
2.4.2 Die Berufsfreiheit (Art. 12 GG) ... 383
2.4.3 Die Eigentumsfreiheit (Art. 14 GG) ... 384
2.4.4 Recht auf Umweltnutzung und Umweltsteuern ... 385
2.4.5 Grundrecht auf Mobilität? ... 386
2.5 Fazit ... 387
3 Abwägung und Prinzipien der Umweltpolitik ... 389
3.1 Grundlegende Umweltrechtsprinzipien ... 389
3.2 Rechtlicher Charakter der Grundprinzipien ... 389
3.3 Bedeutung des europäischen Rechts ... 390
3.4 Vorsorgeprinzip ... 391
3.4.1 Begriff des Vorsorgeprinzips ... 391
3.4.2 Gesetzliche Grundlagen ... 392
3.4.3 Auswirkungen des Vorsorgeprinzips auf den Lärmschutz ... 393

3.5 Verursacherprinzip ... 395
3.5.1 Begriff des Verursacherprinzips ... 395
3.5.2 Gesetzliche Grundlagen ... 395
3.5.3 Auswirkungen des Verursacherprinzips auf den Lärmschutz ... 396
3.6 Kooperationsprinzip ... 397
3.6.1 Begriff des Kooperationsprinzips ... 397
3.6.2 Kooperationsprinzip im Bereich des Lärmschutzes ... 398
3.7 Integrationsprinzip ... 400
3.7.1 Begriff des Integrationsprinzips ... 400
3.7.2 Integrationsprinzip im Bereich des Lärmschutzes ... 400
3.8 Prinzip der Umweltgerechtigkeit? ... 401
3.9 Weitere Umweltrechtsprinzipien ... 402
3.10 Art. 20a GG ... 402
3.11 Umweltrechtsprinzipien in der Abwägung ... 403
4 Abwägung und Instrumente des Verkehrslärmschutzes ... 405
4.1 Ziele, Wirkungen und Mittel im Überblick ... 405
4.1.1 Einflussbereiche ... 405
4.1.2 Ziele von Lärmschutzmaßnahmen ... 405
4.1.2.1 Lärmschutz an der Quelle ... 406
4.1.2.2 Passiver Lärmschutz ... 406
4.1.3 Staatliche Steuerungsmittel ... 407
4.1.3.1 Ordnungsrecht ... 407
4.1.3.2 Administrative Kontrolle ... 408
4.1.3.3 Indirekte Verhaltenssteuerungen ... 408
4.2 Verkehrsmittel ... 409
4.2.1 Produktbezogene Anforderungen ... 409
4.2.2 Bindung an den Stand der Technik ... 410
4.2.3 Einzelne Verkehrsmittel ... 411
4.2.3.1 Kraftfahrzeuge ... 411
4.2.3.2 Luftfahrzeuge ... 411
4.2.3.3 Schienenfahrzeuge ... 413
4.2.3.4 Wasserfahrzeuge ... 414
4.2.4 Schlussfolgerungen ... 415
4.3 Verkehrswege ... 416
4.3.1 Planungsebenen ... 416
4.3.2 Staatliche Gesamtplanungen ... 416
4.3.2.1 Bedeutung übergeordneter Planung ... 416

4.3.2.2 Boden-Verkehrswege ... 416
4.3.2.3 Flugplätze ... 417
4.3.2.4 Landesplanung und Bauleitplanung ... 418
4.3.3 Projektplanung ... 419
4.3.3.1 Anlagenzulassung als Verteilungsentscheidung .. 419
4.3.3.2 Lärmschutzoptimierende Gestaltung von Verkehrswegen ... 419
4.3.3.3 Immissionsschutzrechtliches Trennungsgebot ... 421
4.3.3.4 Bedeutung von Grenzwerten ... 422
4.3.3.5 Schallschutz am Objekt ... 422
4.3.4 Lärmsanierung ... 423
4.3.4.1 Hintergrund ... 423
4.3.4.2 Eingriffsschwellen ... 423
4.3.4.3 Instrumente nachträglichen Eingreifens ... 424
4.3.4.4 Altfälle ... 424
4.4 Benutzung und Betrieb ... 424
4.4.1 Benutzung von Verkehrswegen ... 424
4.4.1.1 Verhältnis zur Anlagenzulassung ... 424
4.4.1.2 Betriebsregelungen ... 425
4.4.1.3 Luftverkehr ... 425
4.4.1.4 Straßen ... 427
4.4.1.5 Eisenbahnstrecken ... 428
4.4.2 Betrieb von Verkehrsmitteln ... 428
4.4.2.1 Verhaltensgebote ... 428
4.4.2.2 Überwachung und Sanktionen ... 429
4.5 Verkehrsvermeidung und -verlagerung ... 429
4.5.1 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Gründe für Mobilität ... 429
4.5.2 Reduzierung des Mobilitätsbedürfnisses ... 431
4.5.3 Anwendungsfälle und Grenzen der Verkehrsvermeidung ... 431
4.5.4 Verkehrsverlagerung ... 432
4.6 Ökonomische Instrumente ... 433
4.6.1 Wirkungsweise ... 433
4.6.2 Arten ... 434
4.6.3 Rechtfertigung für Umweltabgaben ... 434
4.6.4 Beeinflussungen des Straßenverkehrs ... 435
4.6.5 Beeinflussungen des Luftverkehrs ... 438

4.7 Informationelle Instrumente ... 439
4.7.1 Dimensionen der Umweltinformation ... 439
4.7.2 Informationsgewinnung ... 439
4.7.3 Indirekte Verhaltenssteuerung durch Information ... 440
4.8 Kooperative Steuerungsmodelle ... 442
4.8.1 Allgemeine Vorbemerkung zu neuen Steuerungsmodellen ... 442
4.8.2 Allgemeine Merkmale neuer Maßnahmekonzepte ... 442
4.8.3 Informale Zielvorgaben ... 443
4.8.4 Modelle staatlicher Moderatorentätigkeit ... 443
4.8.5 Selbstverpflichtungen und Vereinbarungen ... 443
4.9 Folgerungen ... 443
4.10 Auswahlkriterien für Maßnahmen ... 445
5 Abwägungsebenen ... 447
5.1 Internationales Recht ... 447
5.1.1 Straßenverkehrslärm ... 448
5.1.2 Schienenverkehrslärm ... 448
5.1.3 Flugverkehrslärm ... 449
5.1.4 Wasserverkehr ... 450
5.2 Europarecht ... 450
5.2.1 Primärrecht ... 451
5.2.2 Straßenverkehrslärm ... 452
5.2.3 Schienenverkehrslärm ... 453
5.2.4 Flugverkehrslärm ... 454
5.2.5 Wasserverkehrslärm ... 455
5.3 Bewertung ... 455
5.4 Bundesrecht ... 456
5.4.1 Verfassungsrechtliche Ausgangslage ... 457
5.4.2 Kraftfahrzeuge ... 459
5.4.3 Lärmmindernde Planung ... 460
5.4.3.1 Grundsätzlicher Immissionsschutzrahmen ... 460
5.4.3.2 Abwägung bei der Planfeststellung ... 462
5.4.3.3 Bauleitplanung ... 464
5.4.3.4 Lärmschutz nach Abschluss des Planungsverfahrens ... 466
5.4.4 Verkehrsregulierung ... 466

5.4.5 Schienenverkehrslärm ... 468
5.4.5.1 Schienenfahrzeuge ... 468
5.4.5.2 Lärmmindernde Planung ... 468
5.4.5.3 Verkehrsregulierung ... 470
5.4.6 Fluglärm ... 470
5.4.6.1 Flugzeuge ... 470
5.4.6.2 Lärmmindernde Planung ... 471
5.4.6.3 Verkehrsregulierung ... 473
5.4.6.4 Fluglärmschutzgesetz ... 474
5.4.7 Wasserverkehr ... 475
5.5 Abwägung ... 476
5.6 Landesrecht ... 478
5.7 Technische Normen ... 479
5.8 Fazit ... 480
6 Staatliche Abwägungsentscheidungen in der Praxis ... 483
6.1 Träger staatlicher Abwägungen und ihre Handlungsformen ... 483
6.1.1 Lärmschutz als Abwägungselement ... 483
6.1.2 Gesetzgeber als Abwägungsträger ... 483
6.1.3 Abwägungen durch Verwaltungsstellen ... 484
6.1.4 Rechtssetzung durch die Verwaltung ... 485
6.1.5 Die kommunale Planungsebene ... 486
6.2 Struktur der Abwägung ... 487
6.2.1 Begriff der Abwägung ... 487
6.2.2 Abwägung als Verfahrensreglement ... 488
6.2.3 Arten der Abwägung ... 489
6.2.3.1 Mikro-Abwägungen in der Rechtsanwendung ... 489
6.2.3.2 Makro-Prozeduren in planerischen Abwägungen ... 490
6.2.4 Geltung des Abwägungsgebotes ... 491
6.2.5 Allgemeine rechtliche Anforderungen an Abwägungen ... 492
6.2.6 Bilanzierung disparater Positionen ... 493
6.2.7 Abwägung als Grundlage staatlicher Reaktionen ... 494

6.3 Abwägungen auf normativer Ebene 494
6.3.1 Pflicht zur Gestaltung – Pflicht zur Abwägung .. 494
6.3.2 Schutz durch Vorhandensein eines gesetzlichen Schutzregimes..... 495
6.3.3 Spielräume 496
6.3.3.1 Einschätzungs-, Wertungs- und Gestaltungsspielräume..... 496
6.3.3.2 Ermittlungs- und Einschätzungsebene 497
6.3.3.3 Wertungsebene..... 498
6.3.4 Regelungsdefizite im Luftverkehrsrecht 498
6.3.5 Abwägungen und Schutzpflichten im Vorsorgebereich 499
6.3.5.1 Begriff der Vorsorge 499
6.3.5.2 Relativierung staatlicher Schutzpflichten 500
6.3.5.3 Gesundheitsschutz bei hypothetischen Gefährdungen..... 501
6.3.6 Überalterung normativer Festsetzungen 502
6.4 Raumordnung und Landesplanung 502
6.5 Fachplanerische Abwägungen der Verwaltung..... 504
6.5.1 Projektplanung und Abwägung..... 504
6.5.2 Gestaltungsermächtigung der Fachplanungsbehörden 504
6.5.3 Funktion und rechtliche Wirkungen der Planfeststellung 505
6.5.4 Anforderungen fachgesetzlicher Abwägungsgebote im Einzelfall..... 505
6.5.4.1 Verfahrensreglements der Planfeststellung..... 505
6.5.4.2 Interessenausgleich 506
6.5.5 Relativierbarkeit der Schutzpflichten und Grenzen fachplanerischer Abwägung 507
6.5.5.1 Allgemeine Schranken der Abwägung 507
6.5.5.2 Gesundheitsschutz als absolute Abwägungsgrenze..... 507
6.5.5.3 Inhaltsbestimmungen des Eigentums 508
6.5.5.4 Gegenläufige Belange..... 509
6.5.6 Bestimmung der Zumutbarkeit durch Güterabwägung 510
6.5.7 Auflagenvorschriften 511
6.5.8 Einbeziehung zumutbarer Umwelteinwirkungen.. 511
6.5.9 Grenzen der behördlichen Reaktionspflicht..... 512

6.6 Abwägungskontrolle durch die Rechtsprechung 513
6.6.1 Kontrolle normativer Abwägungen..... 513
6.6.1.1 Kontrolle des parlamentarischen Gesetzgebers 513
6.6.1.2 Grenzen der Gestaltungsfreiheit 513
6.6.1.3 Kontrolle des Verordnungsgebers 514
6.6.1.4 Kontrollbefugnisse bei ungesichertem Kenntnisstand..... 514
6.6.2 Kontrolle behördlicher Abwägungsentscheidungen 515
6.6.2.1 Überprüfung bei ungewissen Risiken 515
6.6.2.2 Umfang der Kontrollbefugnis im Abwägungsbereich 515
6.6.2.3 Kontrolle der Entscheidungselemente der Abwägung..... 516
6.6.2.4 Überprüfung der Anwendung einfachen Rechts durch das Bundesverfassungsgericht..... 517

G EU-Umgebungslärmrichtlinie..... 519
1 Europäischer Lärmschutz 519
2 Wesentliche Inhalte der UL-RL 521
3 Beurteilungskriterien und -methoden der Umgebungslärmrichtlinie 525
4 Auswirkungen der UL-RL auf das bestehende Lärmschutzrecht..... 529
5 Umsetzung im deutschen Immissionsschutzrecht 531
6 Bewertung und Kritik der Umsetzung 533
7 Abwägung in der Lärmminderungsplanung 535

Literaturverzeichnis 537

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1 Zusammenfassung der Sachlage

1.1 Grundfragen der Lärmproblematik und ihrer Bewertung

1.1.1 Die Lärmproblematik

Der Personen- und Güterverkehr zu Lande, zu Wasser und in der Luft wird auch weiterhin gemäß allen Prognosen[1] z.T. stark wachsen. In einer globalisierten Welt sollen Waren möglichst schnell und billig jeden Winkel der Welt erreichen können. Das Bedürfnis nach Verkehrs-, Waren- und Personenmobilität hat aber seinen Preis – Lärm wird in den Industriestaaten zu einem Problem für einen immer größeren Teil der Bevölkerung. Die steigende Lärmbelastung wird zunehmend als erheblich störend empfunden und kann in einer besonders verlärmten Umgebung u.U. auch das Risiko einer Gesundheitsgefährdung darstellen.

Gemäß der Definition in der Umgebungslärmrichtlinie fallen unter den „Umgebungslärm" solche unerwünschten oder gesundheitsschädlichen Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln im Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie von Gewerbe- und Industriegebieten ausgeht. Die vorliegende Studie beschränkt sich auf die *Auswirkungen des Verkehrslärms* auf den Menschen. Verkehrsbedingter Lärm ist besonders problematisch, da er sich im stärkeren Maße als z.B. Industrielärm großflächig im Raum verteilt und damit größere Kollektive dicht besiedelter Regionen betrifft. Die Lärmbetroffenen werden dabei nicht immer unmittelbare Nutznießer mobilitätsbedingter Geräuschentfaltung sein, so dass *Konflikte zwischen Lärmverursachern und Lärmbetroffenen* zu erwarten und vielerorts zu beobachten sind. Auf Regulierungsebene hat man auf diese Probleme durch entsprechende Gesetze und Vorschriften des europäischen und nationalen Rechts reagiert, die Probleme der effektiven Lärmbekämpfung und der Geräuschakzeptanz aber häufig nicht befriedigend lösen können. Als mögliche Erklärungen hierfür werden *Mengeneffekte* durch Verkehrszunahmen genannt, die spezifische lärmmindernde Innovationen kompensierten;

---

[1] Vgl. z.B. Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung, München, Freiburg, Essen 2001 oder die Zahlen im SRU Sondergutachten Umwelt und Straßenverkehr. 2005, S. 75 ff.

andererseits steht die These vom Trend hin zu einer generell sinkenden *Toleranz* lärmbetroffener Bürger im Raum.

Die Beurteilung des anstehenden Aufklärungs-, Innovations- und Regelungsbedarfs basiert auf folgenden Feststellungen: Lärmverursachung und -betroffenheit ist ein individuelles und ein gesellschaftliches Phänomen. Der einzelne Verkehrsteilnehmer kann sowohl Geräuscherzeuger (er nimmt aktiv am Verkehr teil) als auch Lärmbetroffener (er ist Verkehrslärmimmissionen ausgesetzt) sein. Von übergeordneter Bedeutung ist das zum Kern der modernen Gesellschaft gehörende Wirtschaftssystem als Urheber des Lärms, das den Imperativen der Effektivität und des Wachstums gehorchend gleichsam als entscheidende Quelle von Mobilität und des mithin entstehenden Lärms gesehen werden kann. Die wesentliche Frage entsteht somit auf der gesellschaftlichen Ebene, wobei – vorausgesetzt, das Verfolgen der Imperative des Wirtschaftssystems steht sowohl im Interesse des Einzelnen als auch der Gesamtheit – abzuwägen ist, in welchem Umfang individuelle Lärmbelastungen im Interesse der Allgemeinheit hinzunehmen sind. Dabei dürfen die eher systemunabhängigen individuellen Mobilitätsbedingungen (z.B. Urlaub in der Ferne, Bequemlichkeit, wachsender Wohlstand etc.) nicht unterschätzt werden.

1.1.2 Vorbemerkung zur Bewertung von Umweltbelastungen

Das Ziel präventiver Strategien ist der Schutz des Menschen vor gesundheitsgefährdenden Einwirkungen, wie z.B. durch Lärm. Ein adäquater Schutz ließe sich grundsätzlich erzielen (a) durch Anhebung der individuellen Risikoschwelle bzw. durch die Stärkung individueller Belastbarkeiten und/oder (b) durch Reduktion der jeweiligen Geräuschbelastung (vgl. Abb. H.1).

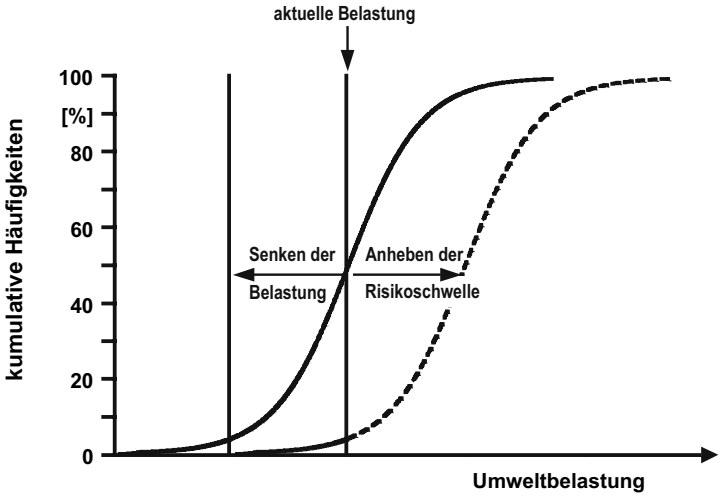


Abb. 1: Möglichkeiten präventiven Handelns. Schraffierte Fläche: Anteil Gefährdeter bei aktueller Belastung. Schwarze Fläche: Anteil Gefährdeter nach der Maßnahmenergreifung (Griefahn 1996).

Das Anheben der individuellen *„Risikoschwelle“* erfordert eine aktive Mitarbeit der Betroffenen durch Änderungen von Einstellungen und des Verhaltens; tatsächlich ist diese auf Freiwilligkeit beruhende Strategie allerdings selten erfolgreich. Eine effektive, alle Betroffenen umfassende und jederzeit wirksame Prävention erfordert die Begrenzung der Emission an der Quelle (z. B. durch leisere Verkehrsmittel) und ergänzend die räumlich begrenzte Behinderung ihrer Ausbreitung (durch Schallschutzwände und -fenster).

Grenzen der Belastbarkeit liegen dort, wo Gesundheitsschädigungen zu erwarten oder nicht mehr auszuschließen sind. Die Anwendung des Kriteriums der Gesundheitsschädigung ist allerdings problematisch,

- wenn – wie im Falle der Lärmeinwirkung – *multifaktoriell* bedingte Erkrankungen nicht auszuschließen sind, zu deren Genese die betreffende Einwirkung sowie weitere qualitativ unterschiedliche Faktoren beitragen;
- wenn zwischen Gesundheit und Krankheit *fließende Übergänge* bestehen und der Beginn der Gesundheitsschädigung nicht eindeutig festgelegt werden kann, wobei wiederum kulturelle, psychologische, soziologische und statistische Kriterien eine Rolle spielen;
- wenn Dosis-Wirkungsbeziehungen durch große Streubreiten gekennzeichnet und Vorhersagen nur für Populationen, jedoch nicht für das Risiko des *Einzelnen* möglich sind.

Dosis-Wirkungsbeziehungen bilden zwar eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für die Grenzwertsetzung, die aber für die im biologischen Bereich häufig vorliegenden (kurvi-) linearen Dosis-Wirkungsbeziehungen (Abb. H.1) allein nicht hinreichend sind. Da ein Teil der Betroffenen besonders empfindlich (vulnerabel) ist und selbst auf geringste Belastungen reagiert, steigt die Kurve zunächst langsam, dann schneller werdend an, erreicht bei kumulativen Häufigkeiten von 10–15% einen linearen Bereich, um oberhalb einer Häufigkeit von 85–90% zunehmend langsamer anzusteigen, weil robuste Personen selbst auf stärkste Belastungen kaum reagieren.

Der absolute Schutz aller Betroffenen erfordert daher die völlige *Beseitigung* der Belastung, was aber für viele Einwirkungen, wie etwa der des Lärms, nicht realisierbar ist. Stattdessen sind die Immissionen *substantiell zu reduzieren.* Die Einführung von Grenzwerten ist daher ein oft an technischen Gegebenheiten orientierter Kompromiss, der zwar die Belastung aller Betroffenen senkt und die meisten Betroffenen ausreichend schützt, ohne aber den Schutz *jedes* Einzelnen zu garantieren, weshalb deren Festsetzung immer auch eine Entscheidung über den Anteil der Betroffenen ist, der nicht geschützt wird.

1.2 Die wissenschaftlich-technische Sachlage

1.2.1 Lärmbelastungen aus medizinisch-psychologischer Sicht

Die Wirkungen des Verkehrslärms manifestieren sich auf den verschiedenen Ebenen. Sie betreffen physiologische Funktionen des Herz-Kreislaufsystems und des hormonellen Systems sowie das psychosoziale Wohlbefinden und damit auch die Lebensqualität, wozu die Störungen von Kommunikation, Leistung und Schlaf beitragen. Dennoch sind klinisch relevante Gesundheitsstörungen durch Verkehrslärm bisher nicht nachgewiesen worden, wobei durch Verkehrslärmeinwirkung erworbene Schwerhörigkeit ausgeschlossen werden kann. Da Lärm unspezifische, durch viele andere Umweltreize ebenfalls auslösbare Reaktionen verursacht, ist die Annahme plausibel, dass Lärm gemeinsam mit vielen anderen Faktoren langfristig zur *Entwicklung chronischer Erkrankungen* beitragen kann, wobei der Beitrag des Lärms wegen der multifaktoriellen Genese nicht quantifiziert werden kann. So lange wie dieser Zusammenhang jedoch nicht bewiesen ist, bleibt die prognostische Bedeutung der einzelnen Primärreaktionen im Hinblick auf mögliche Gesundheitsschäden ungewiss. Da keine *Dosis-Wirkungsbeziehungen* zwischen der Einwirkung von Lärm und extraauralen klinisch relevanten Gesundheitsstörungen bekannt sind, werden zur Entscheidungsfindung Dosis-Wirkungsrelationen zwischen der Lärmbelastung und psychophysiologischen Reaktionen (z. B. Aufwachen) herangezogen, von denen angenommen wird, dass sie auf Dauer gesundheitlich relevant sind.

Diese Problematik berücksichtigt die Weltgesundheitsorganisation (WHO 1968), die Gesundheit als Zustand vollständigen körperlichen, psychischen und sozialen Wohlbefindens definiert. Durch das Adjektiv ‚vollständig' rückt das Ziel, Gesundheit für alle zu erreichen, zwar in einen unrealistischen Bereich; das Wesentliche an dieser Definition ist aber der Begriff des Wohlbefindens, der ganz eindeutig eine subjektive Dimension beschreibt. In diese Definition wird auch das Stresskonzept mit einbezogen. Belästigungen, Störungen der Kommunikation, des Schlafs und der Leistung sind demnach prinzipiell auch als gesundheitlich relevant einzuordnen. *Im Sinne des Gesundheitsverständnisses der WHO ist die Lärmbekämpfung daher ein essentieller Bestandteil eines umfassenden Gesundheitsschutzes* und unabhängig davon, ob und in welchem Umfang der Lärm zur Genese multifaktorieller klinisch manifester Erkrankungen beiträgt, hinreichend durch die Störungen von Kommunikation, Leistung und Schlaf sowie der im Wesentlichen hieraus resultierenden Belästigung und der Beeinträchtigung der allgemeinen Lebensqualität begründet.

1.2.2 Möglichkeiten der Minderung von Lärmemissionen

a) Minderungsmöglichkeiten im Straßenverkehr

In den Agglomerationen sind die Belästigungsreaktionen durch Straßenverkehrslärm besonders hoch, daher sollten die bestehenden Potentiale

für Lärmminderungen weitgehend ausgeschöpft werden. Für die quellenseitige Geräuschminderung ergeben sich generell Möglichkeiten der Minderung von Abrollgeräuschen durch Reduktion der Reifengeräusche bei allen Kraftfahrzeugklassen und/oder durch leisere Fahrbahndeckschichten sowie Optionen der Minderung von Antriebsgeräuschen im Nutzfahrzeug- und Pkw-Bereich. Da das Geräuschaufkommen im Straßenverkehr von Lärmemissionen im Reifen-Fahrbahnkontakt dominiert wird, müssen Ansätze zur Minderung insbesondere hier gesucht werden. Das mittel- bis langfristig erschließbare Potential wird insgesamt auf etwa 4 dB(A) geschätzt. Da in diesem Bereich noch erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlich nutzbaren Lärmminderungsinnovationen, begrenzte Entwicklungsmöglichkeiten oder Konflikte mit anderen Anforderungen wie Sicherheit, Haltbarkeit und Abgas-Emissionen bestehen, wird erwartet, dass die Umsetzung in drei Stufen der Grenzwertsetzung bis 2020 dauert.

Neben den beschriebenen Minderungsoptionen bestehen auch nutzbare Möglichkeiten, laute Betriebszustände in sensiblen Gebieten durch den Einsatz geeigneter Fahrzeugelektronik zu verringern; Ansätze hierzu werden bei schweren Nutzfahrzeugen bereits erprobt.

b) Minderungsmöglichkeiten im Schienenverkehr

Gleise werden heute periodisch überwacht und in kritischen Bereichen durch sogenanntes „akustisches Schleifen“ auf einem möglichst niedrigen Geräuschniveau gehalten. Entsprechende, *regelmäßige akustische Kontrollen* auf der Fahrzeugseite können helfen, Zulassungsvorschriften auch in der betrieblichen Praxis einzuhalten, wobei insbesondere *wirkungsrelevante Betriebszustände* zu berücksichtigen wären. Darüber hinaus bestehen neben der tageszeitlichen Optimierung geräuschintensiver Nutzungen hinaus weitere Entwicklungs- und Nutzungspotentiale für geräuscharme Schienenfahrzeuge, die durch geeignete Anreizsysteme (lärmabhängige Trassenpreise, Ausschreibungspraxis, …) realisiert werden könnten. Erste Erfahrungen hierzu liegen in der Schweiz und in Österreich vor. Insgesamt ließen sich technische Minderungspotentiale bis zu 10 dB(A) erschließen, die – je nach gebotenen Anreizen – über einen Zeitraum von zehn bis zwanzig Jahren in den Fahrzeugbestand einfließen könnten.

c) Minderungspotentiale im Luftverkehr

Das überproportionale Wachstum der Luftfahrt wird allen Prognosen zufolge mindestens bis 2020 anhalten. Will man Verkehr und Lärmbelastung wenigstens teilweise voneinander *entkoppeln*, muss das sich bietende Geräuschminderungspotenzial des Luftverkehrs konsequent ausgeschöpft werden. Nach Auffassung der Experten beträgt das erschließbare Potenzial gemessen am Stand bester Praxis – etwa zehn bis zwölf dB (vgl. EU-SRA), das zum überwiegenden Teil durch Einführung *geräuscharmer* Flugzeug-

und Triebwerkskonfigurationen und zum kleineren Teil durch Anwendung geräuschoptimierter Start- und Landeverfahren verwirklicht werden kann. Die damit einhergehende Halbierung der empfundenen Lautstärke hätte zur Folge, dass Flugzeuge akustisch zwar noch wahrgenommen, aber die für eine qualifizierte Belästigungsreaktion ausschlaggebenden Lärmkonturen selbst bei deutlich steigender Flugfrequenz das Betriebsgelände „Flughafen“ aber nicht mehr überschreiten würden.

Aufgrund der Vielfalt und Komplexität der noch offenen Fragestellung brauchen die Entwicklung der technischen und operationellen Lösungen und der Nachweis ihrer Funktionalität – angemessene Ressourcen vorausgesetzt – etwa zehn bis 15 Jahre. Die Übertragung neuer Technologie in das Produkt dauert weitere fünf Jahre, so dass – bei einer mittleren Lebenserwartung der Flugzeuge von 25 bis 30 Jahren – die neue *leise* Flugzeuggeneration den Markt erst in 45 bis 50 Jahren vollständig durchdrungen haben wird. Die Erarbeitung der notwendigen Technologien, ihre Innovation und der Prozess der Flottenerneuerung sind die entscheidenden Parameter für den zeitlichen Verlauf der mittleren Schallpegel. *Innovation und Markteinführung sind als kritischer Pfad* zu nennen, wobei geeignete markt- und ordnungspolitische Rahmenbedingungen den Prozess beschleunigen können.

d) Raumbezogene Minderungsoptionen

In der räumlichen Planung sind Umgebungsgeräusche als Auswirkungen bestimmter anthropogener, i. d. R. durch Planungs- und Genehmigungsverfahren legitimierter Bodennutzungen auf andere Flächen zu beachten. Die Umsetzbarkeit der vielfältigen im Raum denkbaren Minderungsoptionen reduziert sich in der Praxis vor allem dadurch, dass in bestehenden Siedlungen eine Vielzahl von Nutzungskonflikten, vor allem wegen der hohen Beharrungskraft von Gebäuden und Infrastrukturen und des hohen Investitionsaufwands mit langen Abschreibungszeiträumen bzw. technischen Nutzungsdauern, dauerhaft angelegt sind. Lärmminderungspotentiale erschließen sich in engen Zeitfenstern, insbesondere

- bei der strukturellen Umgestaltung von Gebieten (Stadtumbau, städtebauliche Sanierung, Konversion von Gewerbe-, Verkehrs- und Militärflächen) durch konzeptionelle Gewährleistung eines zeitgemäßen Schallschutzniveaus, und
- bei der Erweiterung emittierender Nutzungen (durch Ermittlung und Auswahl geeigneter Trassen und Standorte sowie die Konzeption angepasster Erschließungssysteme) und bei ihrem Rückbau.

Angesichts der demographischen Entwicklung in Deutschland mit einer stark alternden und rückläufigen Bevölkerung und den räumlichen Auswirkungen daraus kommt vor allem dem Schallschutz im baulichen Bestand und bei Umbauprozessen eine stetig zunehmende Bedeutung zu. Raumbe-

zogene Minderungspotentiale für den Verkehrslärm und seine Wirkungen sind grundsätzlich auf drei fachliche Ebenen zu differenzieren:

– Immissionsvorsorge und -reduktion durch systematische und strategische Berücksichtigung von Lärmaspekten in den relevanten Ebenen der raumbezogenen Gesamt- und Fachplanung (konfliktarme Zuordnung (Trennung) emittierender und empfindlicher Flächennutzungen, geeignete Trassenwahl bei Neuanlagen, raumbezogene Kontingentierung von Geräuschen unter Einbezug zukünftiger Handlungsspielräume; Maßnahmen zur Minderung der Schallausbreitung (Transmissionsmaßnahmen, z.B. Lärmschutzbauwerke).
– Maßnahmen zur Emissionsminderung oder -begrenzung der Verkehrsanlagen als emittierende Bodennutzungen: Angepasste Netzplanung und Verkehrslenkung durch betriebliche Beeinflussung der beteiligten Verkehre oder ihre Substitution durch emissionsärmere Träger.
– Reduktion der Geräuschempfindlichkeit der Immissionsorte durch angepasste Nutzungsgestaltung der Grundstücke, Organisation der baulichen Nutzung (z. B. durch geeignete Gebäudegrundrisse) sowie durch zielgerichteten baulichen Schallschutz unter Berücksichtigung der anzustrebenden Gebietsqualität.

Geräusche sind insoweit Gegenstand räumlicher Planungen, als mit einer als zulässig geplanten emittierenden Bodennutzung Geräuschauswirkungen auf das Umfeld im Sinne der Beeinträchtigung dort bestehender oder ebenfalls geplanter Bodennutzungen entstehen können. Damit kann allein aus der Nutzungskonkurrenz eine Einschränkung des Nutzungspotentials benachbarter Flächen resultieren. Die planerische Konfliktbewältigung erfordert es, die mit einer Bodennutzung verbundene Geräuschemission zu erfassen, zu beschreiben, zu bewerten und raumbezogene Lösungen zu konzipieren.

1.3 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

1.3.1 Verkehrslärmbelastungen aus ökonomischer Sicht

Verkehrslärm kann aus wirtschaftlicher Sicht als *einer von mehreren externen Effekten des Verkehrs* aufgefasst werden. Dabei deutet die Bewertung von Belästigungsurteilen der Bevölkerung darauf hin, dass Verkehrslärm bisher unzureichend kontrolliert wird. Eine gesamtwirtschaftlich optimale Kontrolle verkehrsbedingter Lärmbelastungen wird im Prinzip erreicht, wenn die Kosten der Belastungsreduzierung gerade ihrem aggregierten Nutzen entsprechen.

Die Gesamtbelastung durch Verkehrslärm beruht auf dem Zusammenspiel von mehreren Faktoren. So bestimmen die spezifischen Geräuschemissionen jedes Verkehrsmittels, die zeitliche Struktur, die räumliche Anordnung und das Volumen der Verkehrsströme, das individuelle Verhalten der

Fahrzeugführer sowie individuelle Entscheidungen für oder gegen Vermeidungsmaßnahmen – z.B. bei Ansiedlung in der Nähe bestehender Lärmquellen – die Gesamtbelastung durch Lärm. *Lärmbelastung ist deshalb ein lokal sehr differenziert auftretendes Phänomen.*

1.3.2 Verkehrslärm aus juristischer Sicht

Das Grundgesetz schützt sowohl Geräuschemittenten als auch Lärmbetroffene. Aufgabe von Gesetzgeber und Verwaltung ist es daher, einen gerechten Ausgleich zwischen beiden zu schaffen. Diesem geht es – von Ausnahmen abgesehen – nicht um den Schutz vor Lärmverursachung als solcher, sondern um die Ermöglichung von erlaubten oder erwünschten Tätigkeiten, wie sie auch der Lärmbetroffene nach eigenem Ermessen ausüben möchte. Die Erzeugung von Geräuschen ist lediglich technisch unvermeidbarer Begleiteffekt solcherart geschützter Betätigungen. Ihre Gestattung – vice versa der Schutz von Betroffenen – wird nach Maßgabe von Abwägungen gewährt, welche die Grundlage bilden für Entscheidungen zwischen den Belangen der Emittenten und Betroffenen, aber auch im Verhältnis zu Dritten, etwa den Herstellern geräuscherzeugender Produkte. Lediglich bei Schallbelastungen, die zu Beeinträchtigungen der körperlichen Unversehrtheit im Sinne des Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG führen können, verdichtet sich die Abwägung im Ergebnis zu einer staatlichen Schutzpflicht für Lärmbetroffene. Im Übrigen bewegen sich die geltenden Lärmschutzregelungen zwischen Prävention und Repression. Straßen, Flugplätze oder Eisenbahnstrecken dürfen nur gebaut oder erweitert werden, wenn der Lärmschutz der Umgebung angemessen und präventiv berücksichtigt worden ist. Stellt sich später heraus, dass aufgrund des steigenden Verkehrsaufkommens die ursprüngliche Lärmschutzkonzeption nicht mehr ausreichend ist oder hat eine angemessene Berücksichtigung überhaupt nicht stattgefunden, muss nachgebessert werden. Das jedenfalls ist das theoretische Konzept des bestehenden Regelungssystems für Verkehrslärm. In der Praxis erweist es sich jedoch – auch wegen des Fehlens rechtlicher Regelungen – als in mehrfacher Hinsicht lückenhaft und unzureichend:

- Die Bewertung der von einem Verkehrsweg ausgehenden Geräusche berücksichtigt grundsätzlich nicht, ob in dem betroffenen Gebiet bereits eine Lärmbelastung durch andere Geräuschquellen vorliegt. Dadurch kann die *Gesamtlärmbelastung* zu einer deutlichen Überschreitung der für einen einzelnen Verkehrsweg geltenden Grenzwerte führen.
- Es besteht eine *Ungleichbehandlung zwischen bestehender und neu hinzutretender Lärmbelastung*, da Lärmgrenzwerte nur für den Neubau oder die wesentliche Änderung von Verkehrswegen gelten. Für den Flugverkehr fehlen Grenzwerte des Zumutbaren seit je.
- Ein *Recht auf Lärmsanierung* ist im deutschen Recht gesetzlich nicht unmittelbar geregelt. Unterhalb der verfassungsrechtlichen Zumutbar-

keitsgrenze haben Betroffene nach bisherigem Recht keinen Rechtsanspruch auf Beseitigung bestehender Belastungen; Grenzwerte für eine etwaige Pflicht zur Lärmsanierung fehlen gänzlich.
– Die bestehende *Privilegierung des Eisenbahnverkehrs* ist angesichts unausgeschöpfter technischer Geräuschminderungsmöglichkeiten bei diesem Verkehrsmittel nur noch bedingt zu rechtfertigen.

1.3.3 Verkehrslärm aus philosophischer Sicht

Die belastende Wirkung des Verkehrslärms kann im Einzelfall durch den fehlenden Sinnbezug zu lärmauslösenden Aktivitäten Dritter entstehen. Lärmempfindlichkeit kann aber auch durch die gesellschaftliche Entwicklung und den „Zeitgeist“ (Einstellung zur Moderne und zur Modernisierung) bedingt sein. Es sind folgende Faktoren, auf die vor allem die Aufmerksamkeit gelenkt werden sollte:

– Das mangelnde Sinnband zwischen subjektiven Handlungszielen und -zwecken und dem objektiven Lärmverursacher (Verkehrssystem, Verkehrsweg, Verkehrszentrum). Objektiv besteht da zwar ein Zusammenhang, der aber für die Betroffenen selber nicht als mit ihren eigenen Zwecken zusammenhängend erlebt wird – gleichwohl aber vermittelt werden könnte;
– Das Arbeiten unter modernen Bedingungen erfordert häufig ein größeres Maß an Konzentration und Anstrengung. Dadurch entsteht ein erhöhter Bedarf an Ruhe und Entspannung, weswegen man in der Freizeit für sinnlosen Lärm – d.h. mit eigenen Freizeitaktivitäten in keinem Sinnband stehenden Geräuschen – empfindlicher wird.
– In modernen Gesellschaften gehört das Erheben von Ansprüchen zum Selbstverständnis und zur demokratischen Willensbildung ihrer Bürger. Unter vielen Ansprüchen wird mitunter auch ein Recht auf Ruhe gefordert – unabhängig von juristischen Einschätzungen hierüber. Die implizite Verletzung dieses Anspruchs ruft ein zusätzliches Belästigungsgefühl hervor.

Lärm kann als unvermeidliche Nebenfolge unserer technisch-gestützen Zivilisation aufgefasst werden. Lärmzumutungen wären dann gerecht zu verteilen. Bei der hier erwähnten Gerechtigkeitsfrage handelt es sich weniger um das Problem, das in dem amerikanischen Konzept von *environmental justice* erörtert wird und der eine ihr entsprechende *policy* – sozialpolitisch Benachteiligte bzw. Diskriminierte in Schutz zu nehmen – zugrunde liegt. In unserem europäischen Kontext geht es mehr (a) um verhältnismäßig gleiche Verteilung jener Lasten, die mit dem Leben in einer modernen, wirtschafts- und freiheitsorientierten Gesellschaft zusammenhängen; (b) um Erweckung eines größeren Verständnisses für die Notwendigkeit, die Kosten jenes Genusses, der in dem Leben in einer modernen Welt besteht, gemeinsam zu tragen; (c) in der Situation, in der die gleiche Verteilung von Lasten aus tech-

nischen und pragmatischen Gründen nicht möglich ist, die Bereitschaft zu steigern, die von diesen Belastungen besonders Benachteiligten anderweitig zu entschädigen.

2 Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf

Die folgenden Empfehlungen lassen sich aus der zuvor beschriebenen Sach- und Problemlage und ihrer gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ableiten; sie umfassen Vorschläge auf verschiedenen Handlungsebenen. Die Ebene der Leitvorstellungen beschreibt Grundsätze für zukunftsgerechte Zielprojektionen wünschbarer Mobilitätsentwicklung und -entfaltung. Auf der Ebene der Strategien werden Instrumente und übergeordnete Maßnahmenbündel zur Erreichung der formulierten Ziele empfohlen. Schließlich sollen durch ausgewählten Konzepte und Maßnahmen Handlungsvorschläge für die konkrete Umsetzung in ausgewählten Problembereichen unterbreitet werden.

2.1 Leitvorstellungen

– *Mobilität ist umweltgerecht zu gestalten und zu sichern.* Das schließt die grundsätzliche Anerkennung von Mobilitätsbedürfnissen sowie Mobilitätsbegrenzungen in Einzelfällen ein. Leitbild einer notwendigen Reform und Ausweitung des Lärmschutzrechts ist das (Selbst-)Verständnis des Staates als Umweltstaat. Ohne effektiven Umweltschutz, der staatlichen Lärmschutz einschließt, sind die notwendigen Lebensgrundlagen und der für das Gemeinwesen existentielle Verfassungskonsens und damit essentielle Staatsvoraussetzungen gefährdet. Lärmschutz darf daher nicht auf die Wahrung des Status quo und die Vermeidung unzumutbarer Belastungen beschränkt bleiben, er muss trotz steigender Verkehrsmengen zu spürbaren Verbesserungen führen. Erforderlich ist eine Gesamtverkehrsperspektive des künftigen Verkehrs und eine unvoreingenommene Begutachtung aller Verkehrslärmemittenten, die sich von Priviligierungen einzelner Verkehrsträger löst. Verkehr und Lärmschutz sind nach Maßgabe des Immissionsprinzips und einer Berücksichtigung lärmsensibler Bereiche und Einrichtungen konsequent zu gestalten. Dabei sind die Mobilitätsbedürfnisse mit dem Aspekt ökologischer Verteilungsgerechtigkeit abzustimmen, um eine gerechte Verteilung der Lärmbelastungen zu erreichen.
– Ziel einer umwelt- aber auch verkehrsgerechten Lärmschutzpolitik muss es sein, auch *Ruhe als schützenswertes Rechtsgut* anzuerkennen. Ohne die Notwendigkeit von Verkehr und den zivilisatorischen Fortschritt gestei-

gerter Mobilität grundsätzlich in Frage zu stellen, sollten Gesetzgeber und Verwaltung darauf achten, lärmarme Gebiete zu bewahren, zu schaffen und zu schützen. Eine solche Schutzverpflichtung folgt auch aus dem verfassungsrechtlichen Umweltschutzauftrag für zukünftige Generationen, Art. 20a GG. Bei der Bestimmung dessen, was unter „umweltgerechter Mobilität" zu verstehen und zu regeln ist, geht es allerdings nicht um ein „Recht auf Ruhe" im Sinne eines gegenüber jedermann und jederzeit durchsetzbaren Rechts. Wohl geht es aber um die *Sicherung ausreichender Rückzugsmöglichkeiten.*

– *Umgebungslärm stellt ein ernstzunehmendes Problem der Moderne dar.* Das gesicherte Problem- und Besorgnispotential und das absehbare Wachstum des Verkehrs machen unverzügliches und effektives Handeln dringlich. Primäres Ziel muss die Bekämpfung von Belästigungen und von Leistungsstörungen durch Lärm sein; dies mindert zugleich Risiken medizinisch-pathologischer Art.

2.2 Strategien

2.2.1 Umweltpolitische Strategien

– Es muss eine *Diskussion über den Schutz der Ruhe und dessen bindende Festlegung* geführt werden. Bislang stehen beim Lärmschutz die Einhaltung bestimmter Grenzwerte bzw. die Emissionsverringerung im Vordergrund. Das führte dazu, dass auch bisher bestehende Ruhezonen bis zum Erreichen der entsprechenden Grenzwerte grundsätzlich verlärmt werden durften. Es gilt, insbesondere den Schutz der noch vorhandenen ruhigen Gebiete – sowohl in Ballungsräumen als auch auf dem Lande – rechtlich abzusichern, etwa durch die Einführung eines generellen Verschlechterungsverbots gegen den Anstieg der Lärmbelastung in bestimmten Gebieten. Dies entspricht der Zielsetzung der Umgebungslärmrichtlinie der EU, die solche Gebiete vor einer Zunahme der Lärmbelastung schützen will.

– *Das geltende Lärmschutzrecht bedarf einer Vereinheitlichung und Zusammenfassung* unter Beachtung der geltenden Kompetenzlage, wodurch die Transparenz erheblich gefördert werden würde. Auf diese Weise kann die einheitliche Kodifizierung des Lärmschutzrechtes auf den Weg gebracht werden, die eine Vorstufe zu einem eigenen Umweltgesetzbuch sein könnte. Soweit dies die Zuständigkeitsregelungen der EU zulassen, sollte bei der Bewältigung der Verkehrslärmproblematik langfristig auf einheitliche EU-weite Regulierungen hingearbeitet werden. Denkbar erscheint zunächst eine entsprechende Erweiterung des BImSchG unter Einschluss des Flugverkehrs. Dabei muss eine Systematisierung erfolgen, indem deutlicher zwischen Lärmschutz an den Quellen, in der Planung und bei der Verkehrslenkung unterschieden wird. Es muss der im Lärmschutzrecht

grundsätzlich geltende Vorrang des quellenseitigen vor dem des akzeptorbezogenen Schallschutzes beachtet werden. In den zahlreichen Fällen, in denen quellenseitige Maßnahmen zur Konfliktbewältigung nicht ausreichen, sind differenzierte Minderungsmaßnahmen auf Basis einer raum- und akzeptorbezogenen Betroffenheitsbetrachtung zu konzipieren.

– Ein derart reformiertes konsistentes *Lärmschutzrecht muss einen summativen Ansatz verfolgen.* Die Bewertung der Lärmbelastung vor Ort sollte anhand einer Bilanz aller dort einwirkenden Immissionen stattfinden. Vor allem in Wohngebieten muss zum Schutz der Gesundheit ein hinreichend niedriger Geräuschpegel gewährleistet sein, der sich an der Gesamtlärmbelastung orientieren sollte.
– Die Lärmschutzziele des geltenden Rechts, insbesondere der Umgebungslärmrichtlinie, müssen auch durch *ordnungsrechtliche Lärmschutzmaßnahmen zur Verkehrsregulierung* im BImSchG abgesichert werden. Eine solche Verankerung kann zu einem verbesserten Lärmschutz führen, indem der im BImSchG geltende Vorsorgegrundsatz auch mit Mitteln des Ordnungsrechts durchgesetzt werden kann. Durch lokal begrenzte Verkehrsbeschränkungen, z.B. Fahrverbote und Geschwindigkeitsbeschränkungen, können so kritische Lärmsituationen vorbeugend vermieden werden und in Einklang auch mit einer kommunalen Gesamtverkehrsplanung gebracht werden.
– Das Recht der *Lärmsanierung muss nach einheitlichen Kriterien bemessen werden, unabhängig davon, ob es sich um einen öffentlich-rechtlichen oder privaten Lärmverursacher handelt.* Hier ist der Gesetzgeber aufgerufen, Grenzwerte zu bestimmen, die bei ihrer Überschreitung im Einzelfall einen Immissionsabwehranspruch sowohl gegen den hoheitlichen als auch den privaten Emittenten gewähren. Sofortiger Handlungsbedarf besteht an bestehenden Verkehrswegen dort, wo Lärmimmissionen zu einer *Gesundheitsgefährdung oder unzumutbaren Eigentumsbeeinträchtigungen* führen.

2.2.2 Verkehrspolitische Strategien

– *Mit der Forderung „Ausbau vor Neubau" sollten Potentiale bereits bestehender Verkehrswege konsequent ausgeschöpft werden.* Effizientere Nutzungen bestehender Verkehrswege und Strategien der Verkehrsvermeidung sind Bausteine einer lärmsensitiven und zukunftsorientierten Verkehrspolitik. Auch angesichts der zunehmenden Flächenversiegelung sollten nicht erforderliche Neubauten von Verkehrswegen zugunsten des Ausbaus bestehender Trassen unterbleiben. Ein striktes Verbot des weiteren Ausbaus von Verkehrswegen kommt nicht in Betracht: Aus Sicht des Grundgesetzes besteht eine staatliche Gewährleistungspflicht bezüglich der Errichtung eines ausreichenden Verkehrswegenetzes und der entsprechenden Anbindung an dasselbe für die Bürger. Daraus kann aber kein Anspruch des Bürgers auf den bequemsten und schnellsten Weg zu seinem Ziel abgeleitet werden.

- Verkehrsmittelbezogene *Lärmemissionsreduktionen sollten über die Ausschöpfung technischer Potentiale hinausgehen*, um – bei erwartetem Zuwachs an Verkehr – eine substantielle Verbesserung der Verkehrslärmsituation insgesamt erreichen zu können.
- Die Forschungs- und Technologiepolitik muss dabei durch *gezielte Förderung und substantielle Anreize* dafür sorgen, dass Techniken für das leise Verkehrsmittel zügig entwickelt und in die Praxis eingeführt werden. Entsprechende Maßnahmen sind *frühzeitig einzuleiten*, da sich die erhofften Lärmminderungsgewinne insbesondere im Flugzeug- und Eisenbahnbereich sonst nur mit langer Zeitverzögerung einstellen werden.
- Für die kurz- bis mittelfristige Umsetzung von Minderungsmaßnahmen *sollten die einschlägigen Vorschriften angepasst werden:* Insbesondere im Rahmen der Fahrzeugzulassung sollten die Messverfahren für die Geräuschmessung so verändert werden, dass sie mit den Zuständen des praktischen Betriebs realistischer korrelieren. Darüber hinaus wäre eine obligatorische *regelmäßige und realitätsnahe Prüfung* des Lärmemissionsverhaltens auch über die Lebensdauer aller Verkehrsmittel angezeigt. Entsprechende Grenzwerte sollten sich am jeweiligen *Stand der Technik* orientieren.
- Angesichts der sehr langen Innovations-, Investitions- und Nutzungszyklen von Flugzeugen und Schienenfahrzeugen kann eine *geeignete Zulassungs- und Auftragspraxis* zu einer Beschleunigung der an sich häufig Jahrzehnte dauernden (und deshalb mit Blick auf die Lärmpolitik problematischen trägen) Erneuerung des Bestands sein. Das bedeutet, dass die *gestufte Herabsetzung der Grenzwerte* und die schrittweise Absenkung der dann erlaubten Pegel als Funktion der Zeit auch der technischen Machbarkeit Rechnung tragen muss. Auf diese Weise gewinnt die Ordnungspolitik Einfluss auf Forschungs- und Technologieziele, auf Fortschritt und Innovation.
- Ergänzend sollte die *Erhebung lärmabhängiger Trassenpreise* (Straße/Schiene) erwogen werden, um – analog zu lärmabhängigen Landegebühren – die faktischen Lärmbelastungen der Umgebung zu internalisieren. Im Einzelfall sind nötigenfalls – soweit andere Abhilfe nicht möglich ist – auch Anordnungen zugunsten der Verkehrsvermeidung (z.B. durch Vergabe erlaubter Lärmkontingente) zu erlassen, um Lärmbelastungen vor Ort zu begrenzen.

2.3 Lärmaufklärung

Eine zukünftige Lärmaufklärungspolitik muss drei wesentliche Kerne umfassen:

- *Vermittlung von Wissen über die sinngebundene Wahrnehmung von Lärm und von gesellschafts- und zivilisationsbedingten Faktoren des Belästigtseins.* Hierbei ist davon auszugehen, dass dank des Wissens über den

Zweck eines sinnvermittelten Geräusches die Wirkung desselben gedämpft oder gemildert werden kann. Das Wissen darüber, dass die Einstellung zum verkehrsverursachten Lärm durch ein Sinnverständnis vermittelt ist, soll auch die Möglichkeit eröffnen, über die allgemeine Einstellung zur Moderne mit ihrer mobilitäts- und verkehrssteigernden, sinnbandzerreißenden und atomisierenden Wirkung zu reflektieren. Es ist denkbar, dass besondere Lärmempfindlichkeit und das Engagement in Lärmbekämpfungsbewegungen durch den Faktor „Einstellung zur Moderne und zur Modernisierung" bedingt ist.

– *Verbreitung des Wissens über Lärm als einer von mehreren modernen Zivilisationsbelastungen* (analog der Abfallproblematik). Mit entsprechenden Zumutungen können zwar nicht alle gleich belastet werden, sie sollten aber dennoch möglichst gerecht verteilt werden. Die Empfehlung der Nutzung informationeller Instrumente entspricht den Informationsansprüchen einer aufgeklärten Gesellschaft und kommt resultierenden Informationspflichten nach.
– Bereits *im Bildungsbereich ist die Variablilität zivilisations- und kulturgeschichtlich bedingter Lärmsensibilitäten zu vermitteln.* Dabei ist insbesondere über die Komplexität der Lärmproblematik aufzuklären, um einem einseitigen Verständnis ihrer Ursachen und Wirkungen entgegenwirken zu können.

2.4 Konzepte und Maßnahmen

2.4.1 An den Verkehrsträgern anzusetzende Maßnahmen

– Im *Straßenverkehr* sollte im Rahmen eines integrierten Konzeptes gewährleistet sein, dass neben technischen Lösungen der Lärmreduktion *insbesondere auch Elemente der Verhaltensänderung und Verkehrsvermeidung vorgesehen werden* und damit der spezifischen Komplexität „automobiler" Lärmverursachung Rechnung getragen wird. Dabei müssen auch andere umweltbelastende Nebenfolgen des Verkehrs, wie etwa die Schadstoff- und Feinstaubbelastung, entsprechend berücksichtigt werden.
– Im Kraftfahrzeugbereich sind beim Antrieb von Pkw und Lkw *Lärmminderungen durch (Voll-)Kapselungen* von Motor (und Getriebe) anzustreben. *Abgestufte Steuerlösungen* o.ä. Anreize sollten zu einer beschleunigten Entwicklung in die lärmpolitisch wünschbare Richtung beitragen und durch geeignete Lärmgrenzwerte sowie *praxisnahe Messverfahren für die Typprüfung und Zulassung* unterstützt werden. Dadurch können der Dynamik von Innovation und Diffusion lärmmindernder Techniken Rechnung getragen werden und über einen Zeitraum von zehn bis 15 Jahren Lärmminderungsgewinne von ca. vier dB(A) im Fahrzeugbestand ermöglicht werden.

- *Bei der Reifenentwicklung* sollten die Geräuschgrenzwerte an den Stand der Technik angepasst und dann kurz- bis mittelfristig weiter abgesenkt werden. Parallel dazu sind Abrollgeräusche durch das *Aufbringen „leiser" Asphaltdecken* bei Fahrbahnbau und -erneuerung zu mindern.

- Im *Schienenverkehrssektor sind rechtsverbindliche Lärmregelungen einzuführen.* Lärmbelastungen, die bisher unter den „Schienenbonus" fielen, sind in gleicher Weise zu beurteilen wie die anderer Verkehrsträger. Konkret sind Zulassungen und *Vergabe öffentlicher Aufträge im Nahverkehr an die Geräuscharmut* der eingesetzten Fahrzeuge und an die gesonderte Bewertung belastender Betriebszustände (z.B. tonale Kurvengeräusche) zu binden sowie an regelmäßige Kontrollen der Lärmemission eingesetzter Fahrzeuge unter realistischen Betriebsbedingungen. Bei fahrzeugseitigen Lärmminderungen ist zu bedenken, dass sich konstruktive Änderungen wegen der langlebigen Fahrzeugbestände ohne geeignete ökonomische Anreize nur verzögert und allmählich realisieren.
- *Kurzfristig wirksame Beiträge zu kostengünstigen Problemlösungen* könnte von technischer Seite die Ausweitung des regelmäßigen Schleifens von Schienen an neuralgischen Punkten sein. Von ordnungspolitischer Seite bieten sich z.B. *Lärmkontingentierungen* im Eisenbahnverkehr an. Diese Maßnahmen ließen sich auf Trassen bewohnter Gebiete beschränken, da der Schienenverkehr nur in diesen begrenzten Bereichen Lärmprobleme verursacht.

- Im *Luftverkehrsbereich* muss die Forschungs- und Technologiepolitik mit dem Ziel einer 10dB(A)-Minderung bis 2020 *durch gezielte Förderung und substantielle Anreize dafür sorgen, dass Techniken für das leise Flugzeug schneller entwickelt werden sowie dass lärmoptimale An- und Abflugverfahren realisiert werden können.* Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieser Prozess angesichts des Forschungs- und Entwicklungsaufwands und der hohen Sicherheitsanforderungen in der Luftfahrt mindestens eine Dekade beansprucht. Daher muss die Forschungs- und Entwicklungsstrategie so konzipiert sein, dass auch die laufende Flugzeugproduktion vom technischen Fortschritt profitiert. Die Flottenerneuerung der Fluglinien zu beschleunigen ist angesichts der derzeitigen Ertragslage schwierig, zumal Lärmminderungsgewinne wahrscheinlich mit höheren Kosten erkauft werden müssen. Anreizsysteme wie *lärmabhängige Flughafengebühren oder Beihilfen zur Einführung lärmarmer Flugzeuge* könnten die Luftfahrtunternehmen zu beschleunigter Flottenmodernisierung anregen.
- Die globale Dimension des Luftverkehrs erfordert darüber hinaus *international festgelegte Regularien* für die Zulassung von Flugzeugen, auch hinsichtlich des Lärms. Veränderungen eines solchen Regelwerks gelingen nur im Konsens der Staaten, den die Politik herbeiführen muss. Das nationale Luftverkehrsrecht schafft dabei den Planungsrahmen vor allem für die Anlage und den nationalen Betrieb von Flughäfen für Behörden, Flughafenbetreiber und Fluggesellschaften. Es wird empfohlen, künftig

die *Setzung der zulässigen Lärmgrenzwerte dynamisch zu gestalten (z.B. durch fortlaufende Überprüfung und ggfls. Anpassung der Grenzwerte entsprechend dem Stand der Wissenschaft und Technik).*

– Um *Reserven für dynamische Grenzwerte* zu schaffen und um Konfliktlagen mit der örtlichen Bevölkerung vorzubeugen, sollten Betreiber von Flughäfen und/oder die beteiligten Fluggesellschaften solche Areale in Flughafennähe aufkaufen, die durch etwaige Lärmminderungsgewinne in der Fläche aus Bebauungsverboten herausfallen könnten.
– *Kurzfristig wirksame Lärmminderungsmaßnahmen sind an den sog. „Hot Spots"* mancher Flughäfen erforderlich. Hierzu sind zunächst auf operationeller Ebene *Optimierungen von Flugbewegungen* neben passiven Schallschutzmaßnahmen vorzusehen. Zeitliche Optimierungen von Flugbewegungen und lärmmindernde Landeprozeduren dürfen dabei die Sicherheit der Passagiere und Betroffenen auf keinen Fall gefährden. Zur Gefahrenabwehr gegenüber dem Fluglärm sind auch beschränkte Flugverbote zulässig.

2.4.2 Im Siedlungsbereich anzusetzende Maßnahmen

– *Im Siedlungsraum fehlt eine systematische Bilanzierung von Gesamt-Lärmbeeinträchtigungen*: Trotz der großen Vielfalt der für die Beurteilung von Lärm entwickelten Methoden und Kriterien und wegen des Fehlens eindeutiger Wirkungsschwellen ist eine systematische Betrachtung und Bilanzierung von Gesamt-Lärmbelastungen in Gebieten bislang kaum möglich. Die stark differierende Geräuschbelastung im Siedlungsraum erfordert ein systematisches Monitoring, das neben lärmphysikalischen Daten auch wirkungsbezogene Aussagen beinhaltet. Das Lärmmonitoring ist im Grundkonzept der Umgebungslärmrichtlinie bereits angelegt. Wirkungsbezogene, auf die genannten Leitbeeinträchtigungen (Punkt 1) orientierte Monitoring-Methoden sind jedoch noch zu fundieren.
– *Zukünftig ist eine gesamtlärmorientierte Beurteilung von Siedlungs- und Infrastrukturvorhaben notwendig*: Trotz bestehender methodischer Unsicherheiten müssen Siedlungs- und Infrastrukturvorhaben künftig – unter Nutzung der Monitoring-Daten – anhand ihrer Auswirkungen auf die Gesamtlärmsituation und damit unter Einbezug aller Vorbelastungen im betroffenen Raum beurteilt werden. Dies erfordert u. a. Veränderungen der Beurteilungsmethodik mit einer Anpassung von einer bisher weitgehend quellenorientierten Ausrichtung des Immissionsschutzrechts zu einer raum- und akzeptorbezogenen Betroffenheitsbetrachtung. Die bisher praktizierte quellenbezogene Betrachtung führt insgesamt nicht zu einer wirkungsgerechten und effizienten Begrenzung und Minderung der Lärmbelastung im Siedlungsraum.
– *Die quellenübergreifende Gesamt-Kontingentierung von Geräuschen ist anzustreben:* Ein langfristig zu erreichendes Ziel ist die Ausdehnung der bereits im Gewerbelärmsektor (TA Lärm) angewandten Geräuschkontin-

gentierung auf Verkehrsgeräusche. Dabei sind sowohl raumbezogene Gesamtbelastungsgrenzen als auch wertorientierte Maßstäbe für die Verteilung der Geräuschkontingente zu integrieren. Es ist zu prüfen, inwieweit für die Geräuschkontingentierung Teile der Methodik und verschiedene Grundsätze des für bestimmte Luftschadstoffe eingeführten Emissionshandels auf Flächen von Grundstücken mit flächenbezogenen Schallleistungspegeln übertragbar sind.

– *Unmittelbar verkehrsdämpfende Maßnahmen* (durch Verkehrsbeschränkungen, -verbote) sind punktuell an Lärmbrennpunkten (Innenstädte) oder zum Schutz notwendiger Ruhezonen (Wohnbereiche, sensible Nutzungen) einzusetzen, die zuvor durch Lärmkartierung kleinräumig und in ihrer Gewichtung zueinander identifiziert wurden. Umfassende Verkehrsverbote zur Lärmbekämpfung sind dagegen abzulehnen. Beschränkungen müssen stets mit Mobilitätsalternativen kombiniert werden. Hier bedarf es noch der Entwicklung überzeugender und wirksamer Konzepte. Für die Stadt- und Verkehrsplanung sind denkbare Maßnahmen, die Konzentration des Verkehrs mit entsprechender Freihaltung sensibler Nutzungen, die Beschränkung auf Anliegerverkehr mit Leitsystemen, die ggf. kostenträchtige Schaffung unterirdischen Verkehrsraums sowie ein konzentrierter baulicher Schallschutz.

2.5 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Für eine zielorientierte und langfristig angelegte Bekämpfung von verkehrsbedingten Lärmbelastungen ist die Erkenntnislage problemorientiert weiterzuentwickeln.

– Von *grundsätzlichen Gerechtigkeitsüberlegungen über die Verteilung von Lärmbelastungen* ausgehend, wäre zu untersuchen, inwieweit etablierte Modelle der „Environmental Justice“ an die europäischen Verhältnisse anzupassen sind und inwieweit sie für die Lärmproblematik im Speziellen Lösungsbeiträge versprechen.
– Es besteht *weiterhin Bedarf an der systematischen Erforschung von Lärmwirkungen,* vor allem angesichts der Vermutung, dass der Lärm langfristig über Jahre und Jahrzehnte zur Genese chronischer, insbesondere kardiovaskulärer Erkrankungen beitragen kann. Dies erfordert die Erarbeitung unmittelbar umsetzbarer Ergebnisse, die Konzentration auf den Aspekt der Lärmminderung und die Fokussierung auf die kurz- und mittelfristigen Lärmwirkungen, die Belästigung sowie die Beeinträchtigung von Kommunikation, Schlaf und Leistung. Im Vordergrund dieser Überlegungen steht dabei die plausible Annahme, dass langfristige Folgen durch Reduktion bzw. Vermeidung kurz- und mittelfristiger Lärmwirkungen vermieden werden. Da sich eine umfassende und effektive Lärmbekämpfung nicht auf die Minderung der Pegel beschränken darf, sondern – mög-

licherweise sogar vorrangig – die Reduktion wirkungsrelevanter zeitlicher und spektraler Strukturen des Verkehrslärms (Geräuschdesign) erfordert, ist enge Kooperation mit der Technik unerlässlich. Der zeitraubende, nur durch Langzeitstudien mögliche Nachweis kausaler Zusammenhänge zwischen Lärmeinwirkung und chronischen Erkrankungen führt hingegen zur Verzögerung der heute schon notwendigen Reduktion des Lärms.

– Außerdem sollte sich die wissenschaftliche Befassung mit *Lärmbeurteilung und -minderung auf handhabbare Leitbeeinträchtigungen konzentrieren*: Auf Ebene der Lärmwirkungsforschung sollten – trotz möglicherweise verbleibender Unsicherheiten – praktikable Methoden zur Prognose und vergleichenden Beurteilung von Lärmeinwirkungen für aussagefähige „Leitbeeinträchtigungen" entwickelt werden. Das sind insbesondere die Wirkungen „Kommunikationsstörung", „Belästigung" und „Schlafstörungen". Für erforderliche legislative Zumutbarkeitsentscheidungen sollten „Wirkungsschwellenwerte" fachlich begründet und vorgeschlagen werden – und dies sowohl aus medizinisch-wirkungsbezogener als auch aus planerischer Sicht im Sinne einer wünschbaren akustischen Qualität des Siedlungsraums. Erst dadurch wird es möglich sein, nachvollziehbare Qualitätsmaßstäbe für Gebiete mit baulicher und sonstiger Nutzung zu entwickeln, die akzeptorbezogene Effektivität von Lärmminderungsmaßnahmen zu beurteilen und zu transparenten Abwägungsprozessen in Verfahren der räumlichen Planung zu kommen. In den Zusammenhang sind gesellschaftliche Zumutbarkeitserwägungen und -kriterien zu erforschen bzw. zu entwickeln (siehe hierzu auch These 1).
– *Es muss geklärt werden, inwieweit lärmschützendes Handeln durch Rechtsnormen und Rechtsetzung gefördert bzw. motiviert werden kann.* Eine Analyse der Wirkungen von Rechtsetzung in den einzelnen Verkehrsbereichen und der Folgen für das Verhalten der Emittenten könnte dazu führen, in Zukunft mit den Mitteln des Rechtsstaats besser auf die Verkehrslärmproblematik reagieren zu können. Jenseits von Verhaltensge- und verboten muss zunehmend auch über flexible Instrumente „indirekter Verhaltenssteuerung" nachgedacht werden im Sinne lärmbezogener Steuern, Abgaben sowie Vorteilsgewährung oder Subventionen für Lärmvermeidung.

Im technischen Bereich besteht bei allen Verkehrsarten dringender Forschungsbedarf. Die aktuellen Entwicklungsarbeiten zur Lärmsenkung an der Quelle sollten sich dabei auf die jeweils lautesten Lärmquellen eines Fahrzeugs richten.

– Im Straßenverkehr haben *lärmmindernde Entwicklungen im Bereich Reifen-Fahrbahn* Vorrang vor denen zur Reduzierung von Antriebsgeräuschen. Da Antriebsgeräusche bei langsamen Nutzfahrzeugen im Stadtverkehr vorherrschend sein können, besteht hier gleichwohl Entwicklungsbedarf. Neben den technischen Maßnahmen an der Quelle sind die

Möglichkeiten lärmgünstiger Betriebweisen zu untersuchen und dafür ggf. Fahrerassistenzsysteme zu entwickeln.

– Forschungs- und Entwicklungsnotwendigkeiten zur Geräuschminderung im Schienenverkehr richten sich vorerst und vornehmlich auf das *Rad-Schiene-System*, einschließlich der Bremsen, als vorherrschende Lärmquelle. Ferner spielen Antriebs- und Lüftergeräusche in den Bahnhöfen sowie Umströmungsgeräusche bei Hochgeschwindigkeitszügen auf freier Strecke eine Rolle. Technische Lösungen zu ihrer Absenkung müssen dann vorliegen, wenn durch Verkehrszuwachs und durch Ausdehnung des Schnellverkehrs erhebliche Belastungen in den Städten bzw. in der Fläche auftreten.
– Beim startenden Flugzeug überwiegt das Triebwerk als Lärmquelle, während im Landeanflug Triebwerk und Flugzeugzelle akustisch etwa gleichrangig in Erscheinung treten, so dass Forschung und Entwicklung auf die Schaffung *„lärmarmer" Technologien jeweils für Triebwerk und Zelle* ausgerichtet werden müssen. Gleichzeitig sind lärmoptimierte An- und Abflugverfahren zu entwickeln.

Bei allen drei Verkehrsarten ist darauf zu achten, dass die Entwicklungsziele der Lärmminderung nicht in unvertretbarem Widerspruch zu anderen Umwelterwartungen sowie zu Sicherheitsanforderungen geraten. Auch muss dabei ein schonender Ausgleich mit Wirtschaftlichkeitsüberlegungen gefunden werden.

Summary and conclusions

1 Summary of the situation

1.1 Basic issues of the noise problem and its assessment

1.1.1 The noise problem

According to this prognosis passenger and goods transport by land, water and air will continue to grow in the future (Bundesverkehrswegeplanung 2001, SRU 2005) in some cases even with strong growth rates. In a globalized world, it should be possible to bring goods to every corner of the world as quickly and cheaply as possible. But the demand for the mobility of traffic, goods and individuals has a price: noise is becoming a problem for ever larger sections of the population in industrialized countries. Growing noise exposure is increasingly felt to be a considerable annoyance. Surroundings with particularly high noise exposure may even pose a health risk.

According to the definition in the Environmental Noise Directive, "environmental noise" includes unwanted or harmful outdoor sound created by human activities, including noise emitted by means of transport, road traffic, rail traffic, air traffic and from sites of industrial activity (commercial and industrial estates). This study is limited to the *effects of traffic noise* on people. Traffic noise is particularly problematical because it is distributed over a large area to a greater extent than industrial noise, for example, so that it affects larger collectives of densely populated regions. Those affected by noise do not always benefit directly from noise development caused by mobility factors, so that *conflicts between those causing noise and those affected by noise* can be expected and can already be observed in many places. On governmental level, corresponding legislation and regulations have been issued in European and national law as a reaction to this problem, but in many cases they fail to provide a satisfactory solution to the problem of effectively controlling noise and noise acceptance. Possible explanations for this include *quantity effects* by the increase in traffic volumes which counteract specific noise-reducing innovations; on the other hand, there is also the thesis of the trend towards a generally falling *tolerance* on the part of citizens affected by noise. An assessment of the pending need for clarification, innovation and regulation is based on the following conclusions: causing noise and being affected by noise is an individual and a social phenomenon. The individual road user can both cause noise (by taking actively part in traffic)

and also be affected by noise (being exposed to traffic noise emissions). Overriding importance is accorded here to the economic system at the core of modern society as the originator of the noise which, while obeying the imperatives of effectiveness and growth, can at the same time be seen as a crucial source of mobility and the noise created as a result of it. The essential question therefore arises on the social level whereby, on condition that it is in the interests of both the individual and society as a whole to pursue the imperatives of the economic system, it must be asked to what extent individual noise exposure is to be accepted in the general interest. Here system-independent individual mobility elements should not be underestimated, such as holidays in remote places, convenience, growing prosperity, etc.

1.1.2 Preliminary remarks on the evaluation of environmental pollution

The aim of preventive strategies is to protect people from harmful effects, for example through noise. Adequate protection could be obtained in principle (a) by increasing the individual risk threshold or strengthening individual capacities to tolerate stress and/or (b) by reducing the corresponding noise exposure (see Fig. 1).

Increasing the individual *risk thresholds* demands the active participation of those affected, changing their attitudes and behaviour. In fact, this strategy based on voluntary contribution is rarely successful. Effectual prevention encompassing all those affected and which is effective at all times

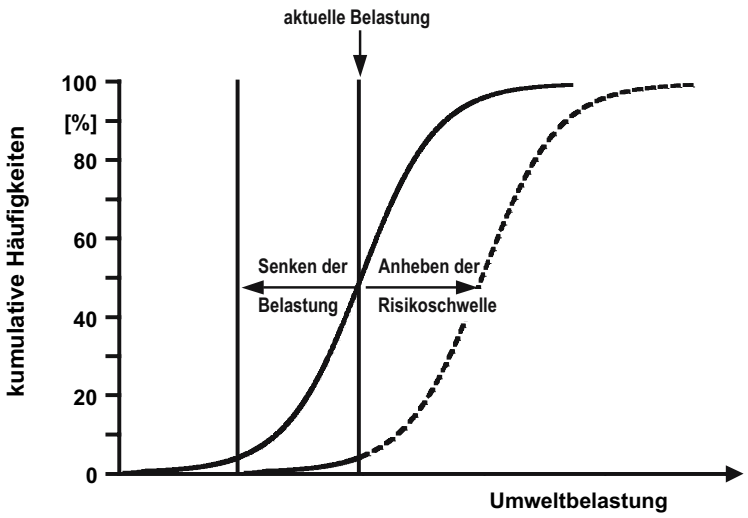


Fig. 1: Possibilities of preventive action. Hatched area: share of those at risk from current exposure. Black area: share of those at risk after taking measures (Griefahn 1996)

requires a restriction of the emissions at source (e.g. by quiet means of transport), as well as physically limiting means to prevent their propagation (by noise protection walls and windows).

Limits to the capacity to tolerate stress are to be found where harmful effects are expected or cannot be ruled out. But there are problems in taking health damage as a criterion,

- if, as in the case of noise exposure, it is not possible to rule out the possibility of illnesses caused by many factors resulting from the corresponding influence and other qualitatively differing aspects;
- if there are *blurred transitions* between being healthy and being ill and it is not possible to clearly stipulate where the health damage begins; once again, cultural, psychological, social and statistical criteria all play a role here;
- if dose/effect relationships are characterised by a wide range and prognosis are only possible for populations as a whole, but not for the risk of the *individual.*

Dose/effect relationships form an essential decision-making basis for setting environmental standards, but are, however, not sufficient on their own (Fig. 1). Given that some of the those affected are particularly sensitive (vulnerable) and react to even the slightest exposure, the curve grows slowly at first and then at a faster rate, becoming linear at accumulated frequencies of 10–15%, and then showing increasingly slower growth above a frequency of 85–90% because robust people rarely react even to the strongest exposure.

Absolute protection for everyone who is affected therefore entails the complete *elimination* of exposure, but this is not possible for many influences, including noise itself. Instead, the emissions must be *reduced substantially.* The introduction of limit values is therefore frequently a compromise geared to technical circumstances, which while reducing the exposure of all those affected and providing adequate protection for most of those affected, still cannot guarantee the protection of *every* individual, which is why the stipulation of such limit values is also always a decision about the proportion of unprotected, affected individuals.

1.2 The scientific/technological facts

1.2.1 Noise exposure in medical/psychological terms

The effects of traffic noise are revealed on different levels. They affect physiological functions such as the cardiovascular system and the hormone system together with the psycho-social well-being and therefore also the quality of life, including interference in communication, performance and sleep. Even so, clinically relevant health damage from traffic noise has not been verified up to now, whereby hearing disabilities caused by the effects of traffic noise can be ruled out. Noise causes unspecific reactions which are also

triggered by other environmental irritants, so that it is plausible to presume that noise together with many other factors can make a long-term contribution to the *development of chronic diseases*, whereby the contribution made by noise cannot be quantified because of the multifactorial genesis. But as long as there is no proof for this relationship, the prognostic significance of the individual primary reactions in terms of possible health damage remains uncertain. There is no known *dose/effect relationship* between the influence of noise and extra-aural clinically relevant health damage, so that dose/effect relationships between noise exposure and psycho-physiological reactions (e.g. waking up) are used for corresponding decisions, presuming that these are relevant to the health in the long term.

This problem was taken into account by the World Health Organisation (WHO 1968), defining health as a status of complete physical, psychic and social well-being. The adjective „complete" shifts the aim of achieving health for everyone into an unrealistic range, but the essential part of this definition is the phrase "well-being", which clearly describes a subjective dimension. This definition also includes the concept of stress. Noise exposure, interference in communication, sleep and performance are therefore also said to be relevant to health in principle. *In accordance with the WHO's understanding of health, noise control is therefore an essential element of comprehensive health protection,* regardless of how and to what extent noise contributes to the genesis of multifactorial, clinically manifest illnesses, and is justified adequately as the interference of communication, performance and sleep together with the essentially resulting stress levels and deterioration in the general quality of life.

1.2.2 Options for reducing noise emissions

a) Options for reducing noise emissions in road traffic

Taken altogether, the exposure reactions from road traffic noise are particularly high, thus making it necessary to exhaust the existing potential for reducing noise as far as possible. As far as the sources of noise are concerned, possible reductions can be achieved by decreasing vehicle running noises by reducing tyre noise levels in all classes of motor vehicles and/or by laying quieter road surfaces, together with options for reducing drive noises in commercial vehicles and cars. The noise caused by road traffic is dominated by noise emissions in the contact between the tyre and the road surface, so that special efforts must be made to find possibilities for reducing noise here. In the medium to long term, the potential is estimated at altogether about 3 dB(A). Given the considerable uncertainties in this area as regards the actually feasible noise reduction innovations, limited development possibilities or conflicts with other requirements such as safety, service life and exhaust emissions, it is expected that it will take until 2020 to implement limit value controls in three stages.

Together with the described reduction options, there are other effective possibilities for reducing loud operating statuses in sensitive areas by using suitable electronic systems in the vehicles; initial attempts here are already being tested in heavy commercial vehicles.

b) Options for reducing noise emissions in rail traffic

Today, railway tracks are monitored periodically and kept to the lowest possible noise level in critical areas through so-called „acoustic grinding". Corresponding *regular acoustic controls* of the vehicles can help to comply with licensing regulations in operational practice, too, giving particular consideration to *effect-related operating conditions*. Furthermore, as well as time-of-day optimisation of high-noise operations, there is also further potential for the development and use of low-noise railway vehicles by using suitable incentive systems (noise-dependent route prices, tendering practice). Initial experience has been gained in this context in Switzerland and Austria. Altogether it could be possible to develop technical potential for reductions of up to 10 dB(A) which could be integrated into vehicle stocks through a period of ten to twenty years, depending on the offered incentives.

c) Options for reducing noise emissions in air traffic

All forecasts indicate that the above average growth in aviation will continue at least until 2020. Any attempt to *decouple* traffic and noise exposure at least to a limited extent will have to consistently exhaust all available potential for noise reduction in air traffic. According to the experts, the available potential measured by best practice standards amounts to about 10 to 12 dB (cf. EU-SRA), which can be achieved mainly by the introduction of *low-noise* aircraft and engine configurations, and to a lesser extent by the use of noise-optimised runway procedures. This would halve the perceived noise level so that while aircraft are still noticed in acoustic terms, the noise contours playing a major role in a qualified exposure reaction would no longer be exceeded even for a clear increase in flight frequencies around airports.

Given the wide range and complexity of unanswered questions, it will take about ten to 15 years to develop the technical and operational solutions and verify their functionality, on condition that appropriate resources are available. It takes about five years to transfer new technology into the product, so that given a mean life expectancy of 25 to 30 years for aircraft, the *quiet* generation of aircraft will only have penetrated the market completely after about 45 to 50 years. Elaboration of the necessary technologies, their innovation and the process of fleet renewal are the crucial parameters for the timeframe of the mean sound level. *Innovation and market launch can be taken as the critical path,* whereby suitable general conditions in terms of market and regulatory policy can help to accelerate the process.

d) Mitigation of noise effects related to land use

Land use planning must give due consideration to ambient noises as the effects of certain anthropogenic kinds of land use, usually legitimated by planning and permission procedures, on other areas. Implementation of the many conceivable reduction options related to land use is reduced in practice above all by the fact that in existing settlements and estates, many utilisation conflicts will persist in the long term, primarily because of the high persistency of buildings and infrastructures and the high investment outlay with long depreciation periods or technical service lives. Potential for reducing noise is restricted to confined time windows, in particular

- during the structural reorganisation of areas (urban renewal, urban renovation, conversion of industrial, traffic and military areas) with concepts to guarantee a contemporary level of sound protection, and
- during the extension of noise-emitting land use (by ascertaining and selecting suitable routes and sites and with the concept of appropriate development systems) and in the renaturisation of such areas.

Given Germany's demographic development with a clearly aging, declining population and the resulting effects on land use, constantly increasing significance will be given to sound protection in existing building structures and during renewal measures. Potential traffic noise abatement and its effects related to land use can be broken down onto three levels:

- Prevention and reduction of emissions by systematic, strategic consideration of noise aspects in the relevant levels of overall and specific land use planning (low-conflict allocation (separation) of noise emitting and noise sensitive land use areas, suitable selection of routes for new infrastructure and plants, noise quotas related to land use taking account of future scope and options; measures to reduce noise propagation (transmission measures, e.g. noise protection structures)).
- Measures to reduce or limit emissions from traffic systems as emitting land use: adapted network planning and traffic control by influencing the operations of involved traffic flows or substituting them by lower emission means of transport.
- Reduction of noise sensitivity of the emission sites by adapted utilisation design of the plots, organisation of the structural use (e.g. by suitable building layouts) and specific structural sound protection giving consideration to the intended quality of the area.

Noise is therefore a subject matter for land use planning, insofar as the permitted planning of noise emitting land use can have noise effects on the environment along the lines of deterioration of already existing or also planned land use. That means that a restriction of the potential use of neighbouring areas can result merely from concurring use. Conflict control in planning measures demands coming to terms with the noise emissions

involved in land use, describing and evaluating them and drawing up land-use solutions.

1.3 General societal conditions

1.3.1 Traffic noise exposure in economic terms

In economic terms, traffic noise can be seen as *one of several external effects of traffic.* An assessment of the way the population condemns noise exposure indicates that up to now, traffic noise has only been inadequately controlled. In principle, optimum control of traffic noise exposure in terms of the economy as a whole is achieved when the costs of reducing the exposure just correspond to the aggregated benefits.

The overall exposure to traffic noise is based on the interaction of several factors. These consist of the specific noise emissions of every means of transport, the time structure, the physical arrangement and volume of traffic flows, the individual behaviour of the vehicle drivers and individual decisions in favour of or against avoidance measures, for example when settling in the vicinity of existing noise sources. *Noise exposure is therefore a phenomenon which occurs locally at highly differentiated degrees.*

1.3.2 Traffic noise in legal terms

The German constitution protects both the person emitting noise and the person affected by it. It is therefore the task of the legislative and administration to create a just balance between the two. Apart from exceptions, this does not refer to protecting the person causing the noise as such, but rather giving him the possibility to carry out permitted or wanted activities, which the person affected by the noise can also perform at his own discretion. The generation of noise is merely a technically unavoidable concomitant effect of this kind of protected activity. It is protected – in contrast to protection of the person affected by the noise – on the basis of considerations forming the basis for decisions between the interests of the person emitting the noise and the person affected by the noise, but also in the relationship to third parties, such as manufacturers of products emitting noise. The considerations only result in a statutory protection obligation for those affected by noise in the case of noise exposure which can be detrimental to physical inviolability in accordance with article 2 paragraph 2 sentence 1 German Constitution. Incidentally, the valid noise protection regulations vary between prevention and repression. Roads, airports or railway tracks can only be built or extended if appropriate and preventive consideration has been given to noise protection in the surroundings. If later on it should transpire that increasing volumes of traffic mean that the original noise protection concept is no longer adequate, or if adequate consideration was not given to this at all in the first place, then improvements are mandatory. This at least is the theoretical concept of the existing traffic noise control system. However, in practice this proves to be

fragmentary and inadequate, among others because of the lack of statutory regulations.

- The assessment of the noise caused by a traffic route gives no fundamental consideration to whether the affected area already has noise exposure through other noise sources. The *overall noise exposure* can therefore lead to noise levels far exceeding the limits set for the individual traffic route.
- There is an *inequality between existing and new noise exposure,* because noise limits only apply to the construction of new traffic routes or major changes to existing routes. For air traffic, there never have been any limit values for what is reasonably acceptable.
- There is no direct *right to noise remediation* in German law. Below the constitutional limit of the reasonably acceptable limit, up to now the law has not granted affected individuals any legal right to claim the elimination of existing loads; there are simply no limit values for any obligations for noise remediation.
- The existing *privileges granted to rail traffic* are only conditionally justified, given the failure to exploit the technical possibilities for reducing the noise caused by this means of traffic.

1.3.3 Traffic noise in philosophical terms

In individual cases, the stressful effect of traffic noise can result from a lack of comprehension for third-party activities causing noise. But sensitivity to noise can also be conditioned by social development and the "spirit of the times" (attitude to all things modern and to modernisation). Attention should be focused primarily on the following factors:

- There is no logical link between subjective goals and purposes and the objective cause of the noise (traffic system, traffic route, traffic centre). While there is an objective connection, the affected person does not necessarily see it as being related to his own purposes – although this is something that could be conveyed.
- Modern working conditions frequently demand greater concentration and effort. This results in increased needs for calm and relaxation, which is why people are more sensitive to meaningless noise, for example with no logical context to that person's leisure activities.
- In modern societies, it has become second nature for people to assert their claims and form their democratic will. Many claims also include demanding a right to peace and quiet – regardless of legal opinion in the matter. The implicit violation of this claim provokes a feeling of annoyance.

Noise can be seen as an inevitable side effect of our technically-supported civilisation. In which case, noise exposure should be justly distributed. This aspect of justice refers less to the problem discussed in the American concept of *environmental justice* which is taken as the basis for a corresponding *policy*

– protecting the socially disadvantaged or discriminated. In our European context, we are looking far more at (a) a relatively uniform distribution of those burdens arising in the context of life in a modern, business- and freedom-oriented society; (b) arousing a greater understanding for the need to share the costs of the pleasure for living in a modern world; (c) increasing the willingness to compensate by other means those who are at a particular disadvantage from these burdens, in the situation where it is technically and pragmatically not possible to achieve a more even distribution.

2 Recommended action and need for research

The following recommendations can be derived from the situations and problems described above and their general social conditions; they make suggestions for various levels of action. The general principles level describes principles for future-oriented target projections of desirable mobility development and evolvement. The strategies level recommends instruments and overriding bundles of measures for achieving the formulated targets. Finally, selected concepts and measures illustrate suggested action for concrete implementation in selected problem areas.

2.1 General principles

1. *Mobility is to be devised and safeguarded along environment-friendly lines.* This includes acknowledging mobility needs and mobility restrictions in isolated cases. A necessary reform and expansion of legal noise protection depends on the state seeing itself as an environment-friendly state. A lack of effective environment protection, including state noise protection, jeopardises the necessary basis for existence and puts the existential constitutional consensus for the community at stake, together with essential prerequisites for the state. Noise protection must therefore not be limited to preserving the status quo and avoiding unreasonable burdens: it must result in noticeable improvements, in spite of increasing traffic volumes. What is needed is an overall traffic perspective for future traffic and an unprejudiced appraisal of all traffic noise emitting sources, detached from the privileged position of individual means of transport. Traffic and noise protection are to be devised consistently according to the emissions principle and taking account of areas and facilities which are sensitive to noise. The mobility needs are to be coordinated with the aspect of ecological distribution justice in order to achieve a just distribution of noise exposure.
2. The goal of any environment- but also traffic-friendly noise protection policy must be to acknowledge *quietness as an asset worthy of legal protection.* Without fundamentally querying the need for traffic and the civilising progress of increased mobility, legislator and administration should pay attention to preserving, creating and protecting low-noise areas. The obligation to such protection is also derived from the constitutional man-

date to protect the environment for future generations as per Article 20a German Constitution. But a definition of what is to be understood and regulated under „environment-friendly mobility“ deals less with the „right to quietness“ along the lines of a right that can be enforced against anybody at any time, and more with *safeguarding adequate retreatment possibilities.*

3. *Ambient noise is a serious problem of the modern age.* There is an urgent need to act effectively without delay, given the certain problem and concern potential and the foreseeable growth in traffic. The primary aim must be to control nuisance effects and performance impediments caused by noise; at the same time, this reduces risks of a medical/pathological nature.

2.2 Strategies

2.2.1 Environment-policy strategies

1. There is a need for a *discussion about the protection of quietness and how this can be stipulated in binding terms.* Up to now, noise protection has concentrated on meeting certain limit values or reducing emissions. This resulted in the fundamental possibility of creating noise even in previous quiet zones, up to the corresponding limit values. What is needed is legal provisions particularly for the protection of existing quiet areas, both in conurbation areas and in the country, for example by introducing a general deterioration prohibition to prevent any increase in noise exposure in certain areas. This corresponds to the objectives of the EU Environmental Noise Directive, which aims to protect such areas from an increase in noise exposure.
2. *Valid noise protection laws must be simplified and compiled* in consideration of the valid competence situation, which would considerably improve transparency. This can be a step towards a uniform code for noise protection legislation, which could be seen as a preliminary stage to a self-contained Environment Code. Where permitted by the EU competency rulings, all efforts in dealing with traffic noise problems should aim in the long term towards uniform regulations throughout the EU. One conceivable initial approach would be a corresponding extension of the BImSchG (Federal Imissions Control Act) to include air traffic, working along systematic lines which clearly differentiate between noise protection at the sources, during planning and in traffic control. Noise protection law must always give valid priority to noise protection at the sources over acceptor-related noise protection. In the numerous cases where conflicts cannot be controlled by source-related measures, differentiated reduction measures must be conceived, depending on the extent to which the physical area and acceptor are affected.

3. Consistent *noise protection law* reformed in this way *must pursue a summative approach.* Noise exposure should be evaluated on site with a balance sheet of all emissions involved here. Residential areas in particular must guarantee a noise level which is low enough in health protection terms and which should be geared to the overall noise exposure.
4. The noise protection objectives of valid law, particularly the Environmental Noise Directive, must be safeguarded by *administrative regulations for noise protection measures in terms of traffic control* in the BImSchG. This can result in improved noise protection with the provisions principle anchored in the BImSchG also being implemented by means of administrative regulations. Locally limited traffic restrictions, e.g. driving bans and speed limits, can be used to prevent critical noise situations and also be harmonised with overall traffic planning in the local authority.
5. The right to *noise remediation must be rated according to uniform criteria, regardless of whether the noise is caused by public or private sources.* Here the legislator is called upon to define limit values which, when exceeded, result in individual cases in an emissions defence claim against both the public and the private emission source. There is an immediate need for action at existing traffic routes where noise emissions result in a *health risk or unreasonable curtailment of property.*

2.2.2 Traffic policy strategies

1. *The demand for „extension instead of new construction" should consistently exhaust the potential offered by existing traffic routes.* More efficient use of existing traffic routes and strategies for traffic avoidance are modules in a noise-sensitive, future-oriented traffic policy. Also in view of increasingly wide-spread ground sealing, the expansion of existing routes should be given priority over the construction of new routes, if these are not absolutely necessary. A strict ban on further expansion of the traffic route network is out of the question: the German constitution makes it a state warranty obligation to erect an adequate traffic route network with corresponding connections and links to it for the citizens. But the citizen in turn cannot use this to derive a claim to the most convenient, fastest route to his destination.
2. *Noise emission reductions* referred to the means of transport *should extend beyond exhausting technical potential* to achieve an overall substantial improvement in the traffic noise situation, given the anticipated growth in traffic.
3. Research and technology policy must offer *specific support and substantial incentives* to develop technologies for quiet means of transport and for implementing these in practice. Corresponding measures are to be *introduced early on*, because the expected gains in noise reduction referring particularly to aircraft and railway design will otherwise only emerge after long periods of time.

4. *Pertinent regulations should be adjusted* for the short- to medium-term implementation of reduction measures. Particularly when it comes to the registration of new motor vehicles, measuring procedures for measuring noise levels should be adjusted to correlate more realistically with the conditions prevailing in practical operation. In addition, mandatory *regular, realistic tests* of the noise emission behaviour would be appropriate throughout the service life of all means of transport. Corresponding limit values should be rated according to the *state-of-the-art.*
5. Given the very long innovation, investment and service-life cycles for aircraft and railway vehicles, a *suitable certification and ordering practice* can accelerate fleet and stock renewal which can frequently take decades (and is therefore problematically sluggish in terms of noise policy). That means that the *gradual reduction in limit values* and the step-by-step reduction of correspondingly permitted levels as a function of time also have to take account of technical feasibility. In this way, regulatory policy exerts an influence on research and technology objectives, on progress and innovation.
6. As a supplementary measure, consideration should be given to *charging noise-related route prices* (road/rail) to internalise the factual noise exposure in the environment, analogue to noise-dependent land charges. If necessary in isolated cases where no other remedy is possible, regulations in favour of noise prevention are to be issued (e.g. by granting permitted noise contingents) in order to limit noise exposure on site.

2.3 Noise education policy

A future noise education policy must include three essential core elements:

1. *Conveying knowledge about the sense-related perception of noise as well as about societal and civilisation related factors on annoyance.* Here it must be presumed that knowing the purpose of a logically ascertained noise means that it is possible to attenuate or reduce the effect of this noise. Knowing that the attitude to noise caused by traffic also comes from a logical understanding should open up the possibility of reflecting on the general attitude to modern life with its effect on increasing mobility and traffic which destroys logical ties and atomising effect. It is conceivable that special sensitivity to noise and an involvement in the noise control movement results from the factor „attitude to modern life and modernisation".
2. *Distributing knowledge about noise as one of several modern civilisation problems* (similar to the waste problem). Corresponding burdens cannot always be imposed on all to the same extent, but even so they should be distributed as justly as possible. The recommended use of informational instruments corresponds to the information claims of an enlightened society and fulfils resulting information obligations.

3. *The variability of noise sensitivity routed in civilisation and cultural history should be conveyed on the educational sector.* Here clarification is required particularly regarding the complexity of the noise problem, to counteract a unilateral understanding of its causes and effects.

2.4 Concepts and measures

2.4.1 Measures addressing the traffic system providers

1. In *road traffic,* an integrated concept should ensure that together with technical solutions for noise reduction, *in particular elements involving a change in behaviour and traffic prevention are provided*, thus taking account of the specific complexity of automotive noise. Corresponding consideration must also be given to other negative effects of the traffic on the environment, such as pollution and fine dust exposure.
2. With regard to motorised vehicles, drive concepts for cars and trucks should entail *noise reductions involving (full) enclosure* of motor and gear. *Graduated vehicle taxes* or similar incentives should contribute to an accelerated development along corresponding noise policy lines with support from suitable noise limit values and *practical measuring procedures for type testing and registration.* This can take effect of dynamic developments in innovation and diffusion of noise reducing technologies, allowing for gains in noise reduction of approx. 4 dB(A) in the vehicles fleet over a period of ten to 15 years.
3. *In terms of tyre development,* the noise limit values should be adjusted to state-of-the-art technology and then reduced further in the short- to medium-term. On a parallel scale, rolling noises should be reduced by *applying quiet asphalt surfaces* to new and renewed roads.
4. In the *rail traffic sector, legally binding noise regulations are to be introduced.* Noise exposure aspects previously allocated to the „rail bonus“ are to be assessed in the same way as the other traffic system providers. In concrete terms, certification procedures and *awarding orders for public transport* are to be tied to *low noise levels* in the corresponding vehicles and to separate evaluation of operating conditions causing noise (e.g. tonal curve noises), and also to regular controls of noise emissions in the vehicles being used, under realistic operating conditions. When it comes to noise reductions in the vehicles, consideration should be given to the fact that without economic incentives, design changes are only implemented gradually after considerable delays, given the long service life of the rolling stock.
5. *Effective short-term contributions to low-cost solutions* on the technical side could consist of expanding the regular grinding of rails at neuralgic points. In terms of regulatory policy, *noise contingents* could be allocated to railway traffic, for example. These measures could be limited to track

sections in residential areas, because it is only here that rail traffic causes noise problems.

6. In *air traffic,* research and technology policy must aim to achieve a 10dB(A) reduction by 2020, *by specific support measures and substantial incentives to ensure faster development of technology for the quiet airplane, and to ensure that noise-optimised take-off and landing procedures are possible.* Given the research and development workload and the high safety requirements applying in the aviation industry, this can take at least a decade. This is why the research and development strategy must be geared to ensuring that on-going aircraft production also profits from technical progress. It is difficult to accelerate the procedure of airline fleet renewal, given the current financial situation, particularly in view of the fact that gains in noise reductions would probably have to be bought with higher costs. Incentive systems, such as *noise-dependent airport fees or grants for introducing low-noise aircraft* could stimulate aviation companies to accelerate the fleet modernisation process.
7. The global dimension of air traffic also demands *internationally stipulated regulations* for the certification of aircraft, also with regard to noise. Changes in such regulations are only possible with consensus between the states, which must be brought about by the politicians. International aviation law creates the planning framework particularly for the creation and national operation of airports for authorities, airport operators and airlines. It is advisable in future *to give tolerable noise thresholds a dynamic component (e.g. on-going review and possibly adjustment of the standards to state-of-the-art of science and technology*).
8. To create *reserves for dynamic limits* and to prevent conflicts with the local population, airport operators and/or the affected airlines should buy up land in the vicinity of the airports which could fall through building bans as a result of possible gains in noise reductions on a broad scale.
9. *Effective short-term noise reduction measures* are necessary *at the so-called „hot spots*" of some airports. Initially this should entail *noise-optimised aircraft movements* on an operational level, as well as passive noise protection measures. Optimised timing of aircraft movements and noise-reducing landing procedures must never jeopardise the safety of passengers and those affected. Restricted flight bans are permitted for averting the danger of flight noise.

2.4.2 Measures for urban areas

1. *Appropriate balancing of overall noise exposure is lacking in residential areas.* In spite of the large range of methods and criteria developed for assessing noise, the lack of clear effect thresholds means that up to now it has scarcely been possible to consider overall noise exposure in settlement areas with an appropriate balance sheet system. Great differences in noise exposure in settlement areas demand systematic monitoring with

effect-related statements as well as physical noise data. Noise monitoring is already featured in the basic concept of the Environmental Noise Directive. But effect-related monitoring methods geared to the named main exposures (point 1) still have to be established.

2. *In the future, a total noise-oriented assessment of settlement and infrastructure projects will be necessary.* In spite of existing methodical uncertainties, in future settlement and infrastructure projects will have to be assessed with regard to their effect on the overall noise situation and with reference to all previous exposures in the affected area, on the basis of monitoring data. This requires among others changes to the assessment method with an adjustment of the previously essentially source-oriented alignment of emission protection law to an area- and acceptor-related consideration of those who are affected. Over all, the previously practiced source-related consideration does not lead to a fair restriction in terms of effect and efficient reduction of noise exposure in settlement areas.
3. *The aim should be to set up overall contingents for noise, covering all sources.* A long-term objective is to extend the noise contingents already established for industrial noise (German Noise Abatement Code) to include traffic noise. This should include both area-related total exposure limits and value-oriented standards for the distribution of the noise contingents. It is important to look at how far parts of the methods and various principles of the emissions trading introduced for existing air contaminants can be transferred to areas of land with area-related noise levels when it comes to the noise contingent approach.
4. *Direct traffic abatement measures* (with traffic restrictions and/or bans) are to be put to local use at noise hot-spots (city centres) or used to protect necessary calm areas (residential areas, sensitive usage) which have previously been identified in defined localised areas with noise charts and with regard to their weighting to each other. On the other hand, comprehensive traffic bans are to be rejected as a means of noise control. Restrictions must always be combined with mobility alternatives. Convincing, effective concepts still have to be developed here. Conceivable measures for town and traffic planning include concentrating traffic in certain areas to keep other sensitive areas free, restricting traffic to residents only with corresponding traffic management systems, the possibly high-cost creation of underground traffic space, together with concentrated structural noise protection.

2.5 Research and development

There is a need for further problem-oriented development of the available know-how in the interests of goal-oriented, long-term control of traffic noise exposure.

1. On the basis of *fundamental considerations about the just distribution of noise exposure,* studies should examine to what extent established models of „Environmental Justice“ are to be adapted to European conditions and to what extent they promise possible solutions for noise problems in particular.
2. There is *still need for systematic research on the effects of noise,* particularly in view of the assumption that in the long term over years and decades, noise can contribute to the development of chronic and in particular cardiovascular illnesses. This entails feasible results concentrating on aspects of noise mitigation and focusing on short- and medium-term noise effects, exposure and detrimental affects on communication, sleep and performance. The key issue of these considerations is the plausible presumption that long-term effects can be avoided by reducing or avoiding short- and medium-term noise effects. Given that comprehensive, effective noise control is not restricted to reducing noise levels but, and possibly even primarily, requires effect-relevant time-related and spectral structures for traffic noise (noise design), close cooperation with the technical side is indispensable. On the other hand, the time-consuming verification of causal contexts between the effects of noise and chronic disease which can only be provided by long-term studies, leads to a delay in the reduction of noise which is already necessary today.
3. In addition, the scientific research on *noise assessment and reduction should concentrate on workable general indicators.* When it comes to noise research, in spite of possibly remaining uncertainties, practical methods should be developed for forecasting and comparative evaluation of noise effects to obtain meaningful „general indicators“. These include in particular the effects of „impaired communication“, „annoyance“ and „sleep disturbances“. Necessary legislative decisions about what can be reasonably accepted need proposals for substantiated „effect limit values“ – in both medical effect-related terms and also from a planning point of view with regard to desirable acoustic quality of settlement areas. Only then will it be possible to develop plausible quality standards for areas used for construction and other purposes, to assess the acceptor-related effectiveness of noise reduction measures and to arrive at transparent processes for considering all the facts involved in land use planning procedures. In this context, research and development is required with regard to considerations and criteria for what is reasonably acceptable to society (see also thesis 1).
4. *Clarification is required to what extent legal norms and regulations can promote or motivate noise-protecting action.* An analysis of the effects of regulations in the individual traffic areas and the consequences on the behaviour of the emitters could make it easier to react to traffic noise problems with the means available to the constitutional state in future. Aside from commands and bans on behaviour, increasing consideration must also be

given to flexible instruments for „indirect behaviour control“ along the lines of noise-related taxation, fees and advantages or grants made available for noise prevention.

On the technical side there is an urgent need for research regarding all types of traffic. Current development work to reduce noise at source should be geared to the loudest noise sources of a vehicle in each case.

1. In road traffic, *noise reducing developments at the tyre/road interface* must take priority over reducing engine and drive noises. Engine and drive noises can be predominant for slow commercial vehicles in urban traffic, so that there is also need for more development work here, too. Together with technical measures at source, the possibilities for lower noise operating methods should also be examined, with the development of corresponding driver assistance systems where applicable.
2. The need for research and development for noise reductions in rail traffic concentrates initially and primarily on the *wheel/rail system,* including the brakes, as prime source of noise. In addition, drive system and fan noises in railway stations and flow noise generated by high-speed trains on the open tracks also play a role. Technical solutions for noise reduction here must be available when increases in traffic volumes and the expansion of high-speed traffic bring considerable burdens in urban areas and in the open country.
3. When an aircraft takes off, the main source of noise is the engines, while during landing procedures both engines and airframe are involved to about the same extent, so that research and development must be geared to creating *„low-noise“ technologies for engines and airframe.* At the same time, noise-optimised take-off and landing procedures are to be developed.

For all three means of transport, it is important to ensure that the development objectives of reducing noise do not unreasonably contradict other environmental goals and safety requirements. It must also be possible to find an acceptable balance with profitability considerations.

A Einführung

1 Hintergrund

Mit Umgebungslärm bezeichnet man solche Geräusche, die unerwünscht und/oder gesundheitsschädlich sind und durch menschliche Aktivitäten verursacht werden (siehe Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EC der Europäischen Gemeinschaft). Somit werden durch Umgebungslärm die Betroffenen sowohl erheblichen medizinischen Gefahren und Risiken als auch solchen Störungen ausgesetzt, die nicht nur lästig, sondern auch leistungsmindernd sein können. Das Spektrum objektiver und subjektiver Beeinträchtigungen, die auf Lärmwirkungen zurückgeführt werden, reicht von Kreislaufproblemen bis hin zu Kommunikations- und Schlafstörungen. Letztere haben das Potential, das menschliche Zusammenleben bzw. die Erholung von Lärmexponierten erheblich zu stören.

Diese Problemlage wird im öffentlichen Raum zunehmend wahrgenommen und hat – sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene – zu einigen Regelungen und Maßnahmen des aktiven und passiven Lärmschutzes geführt. Dennoch hat dies die Konflikte zwischen Betroffenen und Lärmverursachern nicht befriedigend lösen können. Der Problembereich des Fluglärms scheint hier paradigmatisch zu sein: Einerseits wird der Flugverkehr auf Betreiberseite zunehmend als ökonomische Chance begegriffen und auch von zahlreichen Reisenden verstärkt in Anspruch genommen. Andererseits scheint sich bei vielen betroffenen Bürgern eine abnehmende Lärmtoleranz abzuzeichnen, die im Begriff ist, die bestehende Konfliktlage zu verschärfen.[2] Aber auch in anderer Hinsicht scheint der Verkehrssektor eine besondere Rolle in der Umgebungslärmproblematik zu spielen: Einerseits zeichnet sich dieser Bereich insbesondere durch *Belastungen von Lärmemissionen in der Fläche* aus. Sie umfassen somit verhältnismäßig große Kollektive Betroffener wie auch Beteiligter mit teilweise stark divergierenden Interessenlagen. Andererseits lässt sich im Verkehrsbereich – verglichen mit dem gewerblichen Sektor – eine relativ geringe Regelungsdichte in Lärmfragen konstatieren.

---

2 Dieser Trend mag teilweise altersbedingt den demographischen Wandel wiederspiegeln, er scheint sich aber auch auf kürzeren Zeitskalen niederzuschlagen (siehe UBA 2002).

Angesichts dieser Problemlage und ihres offensichtlichen Klärungsbedarfs scheint die Suche nach angemessenen Lösungen notwendig zu sein, wobei vordringlich die Lärmproblematik im Bereich des öffentlichen Verkehrs einer interdisziplinären Beurteilung bedarf.

2 Ziele und Aufgaben des Projekts

Mit der vorliegenden Untersuchung wird eine rationale Beurteilung von Lärmwirkungen und Möglichkeiten ihrer Reduktion vorgelegt, ohne den gesellschaftlichen Nutzen und die Chancen der lärmverursachenden Handlungszwecke von Mobilität und Transport aus dem Auge zu verlieren. Dabei geht es nicht nur um entsprechende Gegenüberstellungen auf Basis des *status quo*, sondern auch um die Berücksichtigung von zukünftigen Maßnahmen, die zu einer Minderung der Emissionen, aber auch von Immissionen führen können. Ziel dieses Forschungsvorhabens sind geeignete Vorschläge für einen angemessenen Umgang mit der Verkehrslärmproblematik auf nationaler und europäischer Ebene.

2.1 Fachliches Spektrum

Die vorstehenden Empfehlungen stützen sich auf Beiträge aus den relevanten Fachwissenschaften sowie auf ihre problemorientierte Verknüpfung. Zentrale Fragestellungen werden auf folgenden Feldern erörtert:

– *Ethisch zu rechtfertigende Lärmzumutungen* (Kapitel B): Die Reflexion des Konflikts zwischen wachsenden Mobilitätsbedürfnissen und nachlassender Lärmtoleranz soll dazu beitragen, die Debatte um ein „Recht auf Mobilität“ zu versachlichen und auf ein normativ belastbares Fundament zu stellen. Dabei werden Systematisierungen der Lärmphänomene vorgeschlagen sowie methodologische Zugänge zum Verständnis von Lärmwirkungen diskutiert. Vergleichende historische Betrachtungen im Lärmkontext und Erörterungen von Gerechtigkeitsfragen schließen dieses Kapitel ab.
– *Spektrum und Wirkung des Verkehrslärms auf individueller und kollektiver Ebene* (Kapitel C): Es werden medizinisch und soziologisch relevante Daten aufgezeigt, die für regulative Überlegungen herangezogen werden können. Dabei sind solche Dosis-Wirkungsbeziehungen, Schwellenwerte sowie typische Muster der Lärmwahrnehmung und -toleranz berücksichtigt, die einerseits generalisierbar sind, andererseits aber auch verschiedene Lärmempfindlichkeiten repräsentieren. Hierfür ist es notwendig, den Einfluss unterschiedlicher Faktoren der Lärmexposition zu beachten. Dies betrifft die Dauer, Intensität und Varianz von Lärmbelastungen sowie Akkumulation verschiedener Lärmquellen und die Gesamtbelas-

tungssituation. Hinsichtlich der subjektiven Belastungssituation sind darüber hinaus faktische Lärmtoleranzen und ihre regionalen Unterschiede zu reflektieren, sowie die Heterogenität des Vermeidungsverhaltens der Bevölkerung im Einflussbereich lärmintensiver Areale, wie beispielsweise Flughäfen oder Bahnhöfe.

– *Technische und planerische Lärmminderungs- und Vermeidungsoptionen* (Kapitel D): Die konsequente Nutzung technischer Maßnahmen- und Entwicklungspotentiale – sowohl an der Lärmquelle als auch im Verkehrs- und Stadtplanungsbereich – könnte dazu beitragen, die Kluft zwischen wachsender Mobilität und Lärmintoleranz zu überbrücken.
– *Ökonomische Wirkungen von Lärmfolgen und Lärmminderungen* (Kapitel E): Wachsende Mobilitäts- und Ruhebedürfnisse resultieren in entsprechenden Marktpotentialen für die Verkehrsträger und den Lärmschutz. Zur Beurteilung des technisch Machbaren sind hier einerseits Kostengesichtspunkte der Lärmminderung und -vermeidung heranzuziehen. Andererseits sind auch die gesellschaftlichen Kosten von Lärmfolgen, etwa im Gesundheitsbereich oder in der Wohnungswirtschaft bzw. in der Immobilienbranche, zu erörtern soweit sie durch Veränderungen der Miet- und Immobilienpreise sowie durch Aufwendungen zur Bekämpfung lärmbedingter Erkrankungen entstehen. Beide Aspekte können als Indikatoren für die Zahlungsbereitschaft der Gesellschaft zur Bereitstellung lärmarmer Produkte und Dienstleistungen dienen.
– *Analyse einschlägiger Rechtsnormen und umweltpolitischer Handlungsinstrumente* (Kapitel F und G): In Anlehnung an die obigen Ausführungen und auf Grundlage der zitierten Europäischen Umgebungslärmrichtlinie werden Überlegungen für eine europaweite Harmonisierung rechtlicher Rahmensetzungen zur Regelung der Verkehrslärmproblematik angestellt. Dabei wird auch dem Schutz besonders lärmempfindlicher Gruppen (Kinder, Kranke, Senioren, ...) Rechnung getragen. Neben dem klassischen ordnungsrechtlichen Instrumentarium werden auch flexible Steuerungsinstrumente des Lärmhandelns erörtert.

Auf dieser Basis und mit Blick auf die gesellschaftliche Problematik des Verkehrslärms lassen sich die vorstehend erläuterten interdisziplinären Schlussfolgerungen dieses Vorhabens nachvollziehen. Sie gliedern sich in die zusammenfassende Darstellung der Sach- und Problemlage sowie in Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf.

3 Entwicklung des Verkehrs

3.1 Verkehrsströme von Personen und Gütern

Der Mensch ist Ursache des Verkehrs. Seine vielfältigen materiellen Bedürfnisse und seine Reiselust erzeugen wachsende Verkehrsströme. Unter diesen Bedingungen hat sich z.B. die Touristikbranche weltweit zum bedeutendsten Wirtschaftszweig entwickelt. Ihr Anteil am globalen Bruttosozialprodukt betrug im Jahre 2002 etwa 11% bei Wachstumsraten, die mit 4,5% deutlich über dem mittleren Wachstum der Weltwirtschaft (2,8%) liegen. Insgesamt beschäftigt diese Branche etwa 200 Millionen Personen.

Die Internationale Energieagentur IEA (2002) hat unter dem Titel *Transport Projections in OECD Regions* eine umfangreiche Studie über die Verkehrsentwicklung vorgelegt. Die Studie beschreibt die Entwicklung seit 1970 und stellt eine Prognose bis 2020 vor, wobei der Einfluss wesentlicher Parameter, wie der Bevölkerungsentwicklung, der Entwicklung des Bruttosozialprodukts und der Energiepreise, berücksichtigt werden; auch politische Maßnahmen, den Primärenergieeinsatz im Verkehrssektor zu begrenzen, werden untersucht.

Der folgende Überblick über die Verkehrsentwicklung stützt sich u.a. auf diese Studie der IEA, wobei der dort gewählte Basisfall auch hier zugrunde gelegt wird, d.h. die Verkehrsleistung entwickelt sich bedarfsorientiert bei stabilen Ölpreisen; politische Eingriffe finden nicht statt.

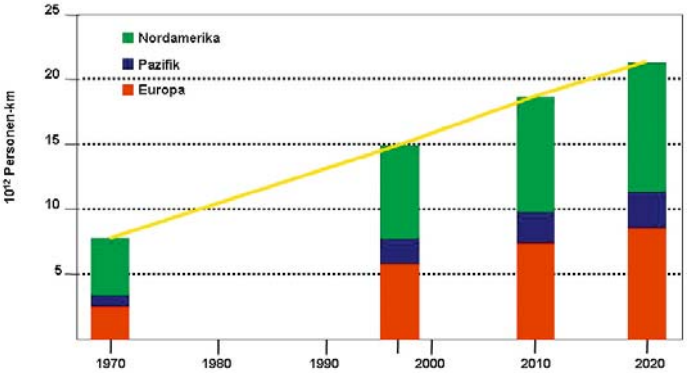


Abb. A.1: Transportleistung im Personenverkehr in ausgewählten OECD-Regionen

Mit den Daten der IEA-Quelle gibt Abbildung A.1 Aufschluss über das Wachstum des Personenverkehrs in den OECD-Regionen Nordamerika, Europa und pazifischer Raum. Seit 1970 ist die Transportleistung in diesen Gebieten kontinuierlich gestiegen und hat sich bis 1997 auf nahezu 15 Billionen Passagierkilometer praktisch verdoppelt. Die ausgewählten Regionen, die allesamt dem prosperierenden Teil der Welt zugerechnet werden müssen, sind gleichermaßen am Wachstum beteiligt. Dennoch zeigen sich in den absoluten Zahlen qualitative Unterschiede, die ihre Ursache in der unterschiedlichen Bevölkerungsdichte, den geographischen Gegebenheiten und vor allem in der Wirtschaftstätigkeit haben. Nordamerika hat mit knapp 300 Millionen Einwohnern (1997) einen wesentlich größeren Anteil am Verkehrsgeschehen als OECD-Europa, das mit 510 Millionen 71% mehr Einwohner zählt, jedoch wegen der geringeren geographischen Entfernungen im Vorteil ist. OECD-Pazifik umfasst die Länder Japan, Australien und Neuseeland, in denen knapp 150 Millionen Menschen leben. Laut Prognose setzen sich die aufgezeigten Trends ohne erkennbare Einbrüche oder Veränderungen vorerst fort. Im Jahre 2020 wird die Personenverkehrsleistung voraussichtlich 21 Billionen Passagierkilometer betragen und sich gegenüber dem Basisjahr 1970 verdreifacht haben.

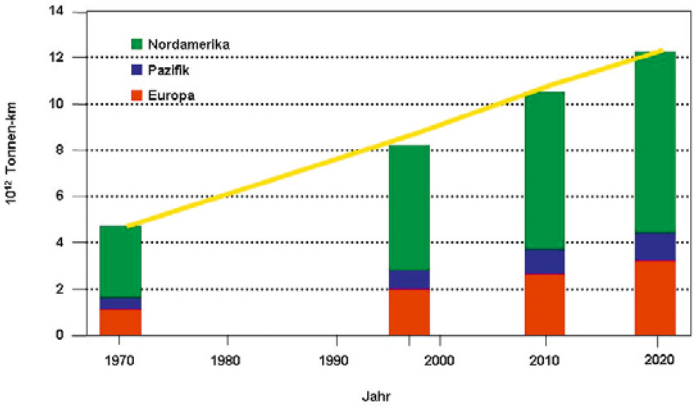


Abb. A.2: Gütertransportleistung in ausgewählten OECD-Regionen

Im Frachtverkehr (Abb. A.2) beobachtet man ähnliche Tendenzen, wenngleich das integrale Wachstum zwischen 1970 und 2020 nicht ganz den Faktor drei erreicht. In diesem Sektor ist Nordamerika den übrigen Regionen noch deutlicher voraus als im Personenverkehr; gegenüber Europa beträgt der Unterschied zwei bis drei, gegenüber dem pazifischen Raum sogar sechs bis sieben. Die Differenzen, die sich im regionalen Vergleich abzeichnen, werden erwartungsgemäß sehr stark durch den Grad der Industrialisierung und der damit verbundenen Wirtschaftstätigkeit bestimmt.

Die Entwicklung der Verkehrsleistung in Westeuropa folgt im Wesentlichen den internationalen Trends (Abb. A.3). Der Personenverkehr legt bis 2020 um 40% gegenüber 1997 zu, während der Gütertransport im gleichen Zeitraum um nahezu 65% wächst. Das Wachstum vollzieht sich vorwiegend im Straßenverkehr. Der Luftverkehr wird im Personensegment überproportional am Wachstum teilhaben, spielt dafür im europäischen Güterverkehr aber kaum eine Rolle. Der Schienenverkehr hält einen bemerkenswert kleinen Anteil von nur 15% am Gesamtverkehr und nimmt am Wachstum bis 2020 kaum teil.

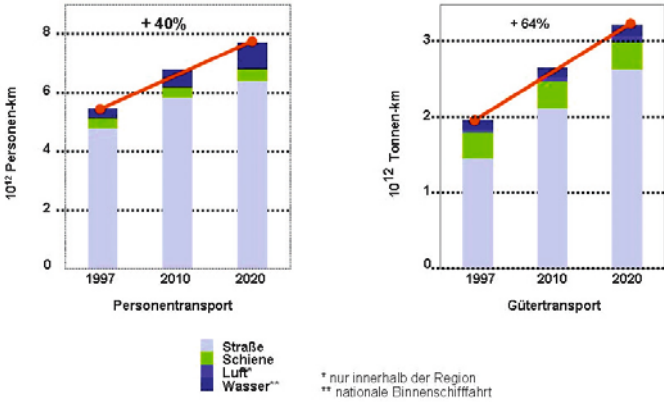


Abb. A.3: Verkehrsleistung in Westeuropa

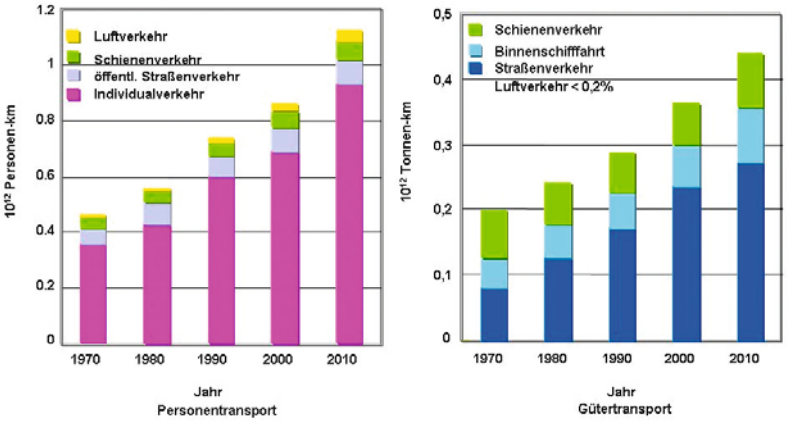


Abb. A.4: Verkehrsleistung in Deutschland

Als Industrieland im Zentrum Europas gelegen, ist Deutschland ein bedeutendes Quell-, Ziel- und Transitland für Verkehr (Bundesregierung 2000). Etwa 20% des westeuropäischen Verkehrs werden in Deutschland

abgewickelt (Abb. A.4), wobei der Personen-Individualverkehr auf der Straße einen überragenden Anteil hat; hier vollzieht sich praktisch das gesamte Wachstum im laufenden Jahrzehnt mit mehr als 80% der Gesamtleistung. Nur der Luftverkehr, der sich zwischen 1970 und 2010 etwa verdreifacht haben wird, verzeichnet noch überproportionale Wachstumsraten, allerdings auf insgesamt niedrigem Niveau.

Beim Frachtverkehr ergibt sich qualitativ dasselbe Bild. Auch hier findet seit 1970 die Zunahme der Transportleistung vorwiegend auf der Straße statt. Selbst in der Entwicklung des laufenden Jahrzehnts zeichnet sich kein grundsätzlicher Wandel in der modalen Aufteilung ab, indem beispielsweise die Eisenbahn – wie politisch gewollt – die Straße wirksam und nachhaltig entlastet.

Zum Abschluss dieser Verkehrsanalyse mögen einige Bemerkungen zum Luftverkehr die besondere Situation dieses global funktionierenden Verkehrssektors erläutern. Mindestens bis 2020 wächst der Luftverkehr regional wie interkontinental überproportional im Vergleich zu den übrigen Verkehrsarten. Abb. A.5 weist – ausgehend von ICAO-Daten (Airbus 2000) – nach, dass die Transportleistung im Passagier- und Frachtverkehr in Tonnenkilometer von gleicher Größenordnung sind, zurzeit etwa 400 bzw. 200 Milliarden Tonnen-km. Im laufenden Jahrzehnt und darüber hinaus liegen die Steigerungsraten im Frachtverkehr bei knapp 6% und im Personenverkehr bei etwa 5%.

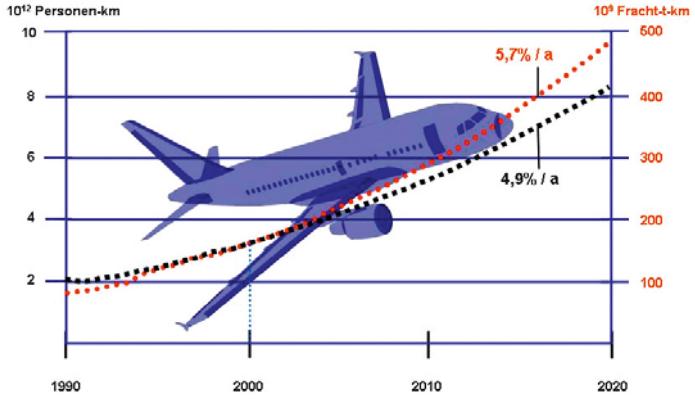


Abb. A.5: Wachstum des weltweiten Luftverkehrs (Airbus 2000)

Als hauptsächliche Wachstumsregionen kann man dabei Nordamerika, Europa und den asiatischen Raum (mit den Routen Europa–Fernost, Amerika–Asien) ausmachen (Abb. A.6); aber auch die transatlantische Route, auf der heute schon in Spitzenzeiten mehr als 800 Flugzeuge täglich verkehren, hat ihre Kapazitäten offensichtlich noch nicht ausgeschöpft (Boeing 2003).

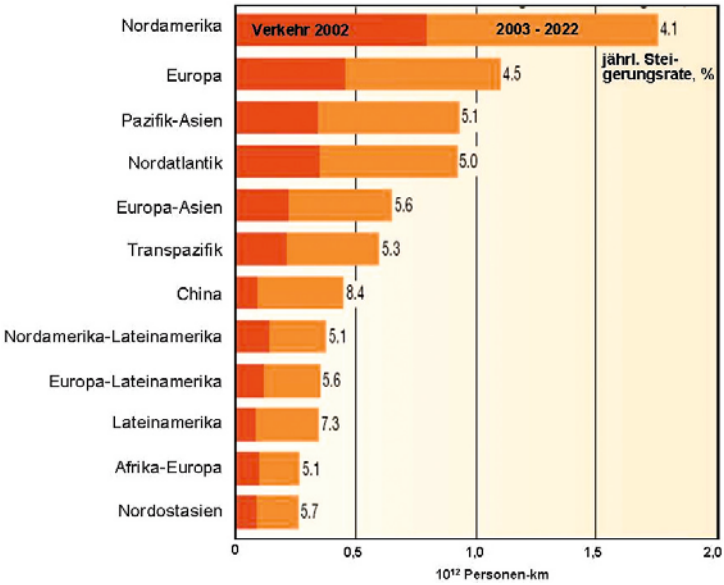


Abb. A.6: Wachstum des Passagier-Luftverkehrs von 2003 bis 2022 nach Regionen (Boeing 2003)

Diese Verkehrsentwicklung schlägt sich erwartungsgemäß in der Zahl der weltweit im Einsatz befindlichen Flugzeuge nieder. Nach Marktanalysen beider großen Flugzeughersteller (Boeing 2000; Airbus 2003) wird sich die Anzahl von Flugzeugen zwischen 2002 und 2022 von gut 15.500 auf 34.000 mehr als verdoppeln (Abb. A.7). Die kleineren und mittelgroßen Flugzeuge werden dabei einen überwiegenden Marktanteil haben.

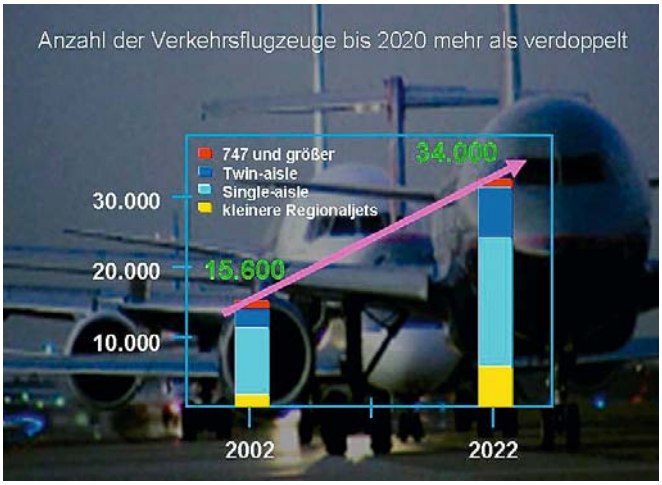


Abb. A.7: Anzahl der Verkehrsflugzeuge

3.2 Verkehrswachstum und -lärmentwicklung

Verkehr erzeugt Lärm, den die betroffenen Menschen mit wachsender Sorge um Befindlichkeit und Gesundheit wahrnehmen. In Europa leidet nach Selbsteinschätzung etwa ein Viertel der Bevölkerung (100 Mill.) unter Verkehrslärm; während sich in Deutschland nach Angaben des Luftfahrtbundesamtes mehr als 50% der Menschen (Abb. A.8) vom Verkehrslärm beeinträchtigt fühlen: gut 60% (online 80%) vom Straßenverkehr, knapp 40% (60%) vom Luftverkehr und gut 20% (40%) vom Schienenverkehr (UBA 2002). Überraschend ist dabei die unverändert hohe Toleranz der Bevölkerung gegenüber der Eisenbahn, obwohl die Lautstärke moderner Hochgeschwindigkeitszüge mit dem Flugzeuggeräusch durchaus vergleichbar ist.

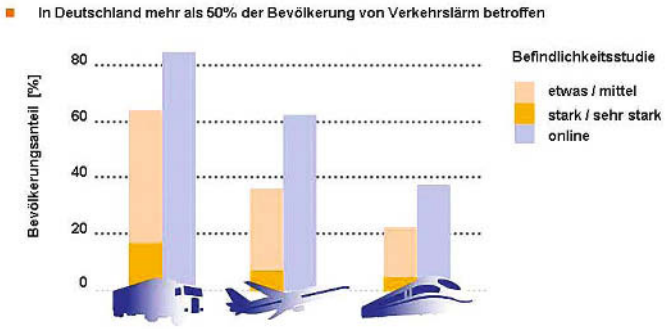


Abb. A.8: Reaktion der Bevölkerung auf Verkehrslärm (UBA 2002)

Der Luftverkehr wird dennoch in der öffentlichen Wahrnehmung kritischer als der Schienenverkehr gesehen, weil offensichtlich die dritte Dimension – also die Schallimmission aus der Höhe – ein zusätzliches Störpotential darstellt (vgl. Kapitel C).

In den drei Jahrzehnten seit 1970 ist in allen Verkehrsbranchen die spezifische Schallemission der Fahrzeuge deutlich zurückgegangen (Abb. A.9); ausgelöst wurde diese Entwicklung nicht zuletzt durch schrittweises Absenken der zulässigen Grenzwerte auf der Grundlage nationaler, europäischer oder internationaler Verabredungen. Die Fortschritte im Straßen- und im Luftverkehr beziffern sich auf zehn bis zwölf dB, im Schienenverkehr sogar auf 15 dB, während der Gütertransport auf der Schiene – wiewohl laut – praktisch keine Minderung der Lärmemission verzeichnet.

Vorwiegend auf technische Maßnahmen am Fahrzeug und an den Fahrwegen sind die erzielten Verbesserungen zurückzuführen, wobei u.a. Schallisolation und -dämpfung in den Fahrzeugen, regelmäßiges Schienenschleifen und Triebwerke mit großem Nebenstrom wirksame Beiträge geleistet haben. Eine Reduktion der spezifischen Schallemission von zehn dB bedeutet, dass die von der Schallquelle ausgehende Schallleistung um mehr als

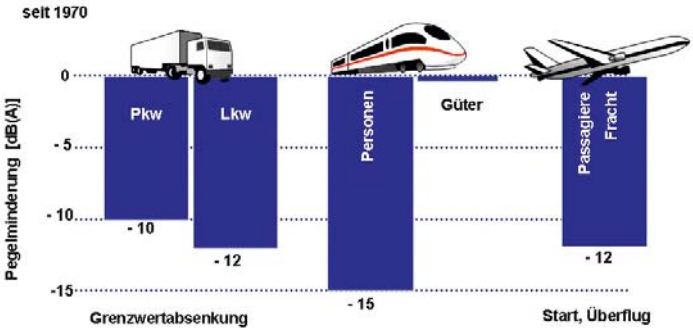


Abb. A.9: Reduktion der spezifischen Schallemission seit 1970

90% zurückgeht, während sich die subjektiv empfundene Lautstärke in etwa halbiert.

Angesichts der in allen Branchen wachsenden Verkehrsleistung reichen die bisher erzielten Fortschritte in der spezifischen Lärmsenkung nicht aus, so dass im Interesse einer weitgehenden Entkopplung von Verkehrszunahme und Lärmbelastung weitere Anstrengungen unternommen werden müssen, die noch vorhandenen technischen und operationellen Potentiale der Schallreduktion zu erschließen. Die spezifische Schallsenkung am Fahrzeug wirkt unmittelbar in der Fläche und hilft langfristig, hohe Kosten für passiven Schallschutz zu vermeiden.

Abb. A.10 zeigt abschließend das Potential quellenbezogener Lärmreduzierung. Über die Branchen hinweg besteht bei den wichtigsten Verkehrsarten (Fahrzeuge, Verkehrswege und Fahrbetrieb) ein realistisches Potential von wenigstens 10dB, das beim Gütertransport auf der Schiene angesichts des bisher geringen Fortschritts in diesem Bereich auch darüber liegt. Die Marge 10dB orientiert sich an den heute „leisesten" Fahrzeugen, so dass sich insgesamt eine merkliche Entlastung von Verkehrslärm einstellen wird, allerdings nur allmählich und langfristig, da der zeitliche Schallpegelverlauf sehr stark von den langen Innovationszyklen und von der z.T. großen Fahrzeuglebensdauer bestimmt wird (vgl. Kap. D.4.3).

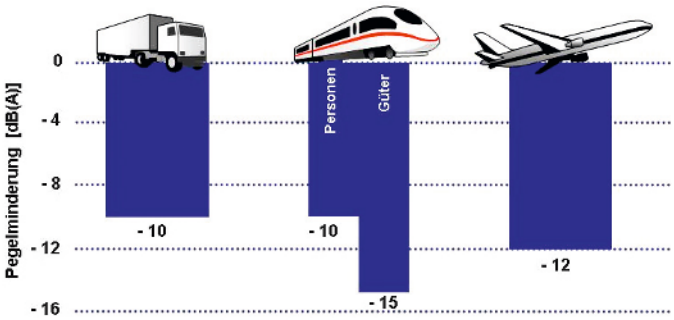


Abb. A.10: Erschließbare Potentiale der spezifischen Lärmemission

4 Grundlegende Probleme der Risikobeurteilung und Standardsetzung

4.1 Handlungsfolgen

Die Erkenntnis, dass das menschliche Handeln Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt hat, wird gemeinhin als trivial empfunden. Gleichwohl ist diese Feststellung Ausgangspunkt grundlegender Überlegungen zum Umgang mit Handlungsfolgen oder ihren Projektionen. Dabei sind Unterscheidungen zwischen beabsichtigten Handlungsfolgen und Folgewirkungen des Handelns (Nebenfolgen) zu machen und am Beispiel der Verkehrslärmproblematik zu illustrieren: Intendierte Handlungsfolgen (z.B. der Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen) sind im Zusammenhang mit Risiken des Handelns als unproblematisch zu betrachten, da sie im Erfolgsfall der Realisierung der gesetzten Handlungszwecke (hier: Mobilität) entsprechen, falls die verfolgten Handlungszwecke und die hierfür eingesetzten Mittel legitim sind. Die Legitimation von Mobilitätszwecken und Mitteln zu ihrer Erreichung (z.B. Beachtung von Arbeitsschutzstandards im Straßenbau) wäre an anderer Stelle als Aufgabe der praktischen Ethik zu beurteilen. Gleichfalls separat wären im Misserfolgsfall die Gelingensbedingungen z.B. aus handlungstheoretischer Sicht zu überprüfen, indem gefragt würde, ob der Mitteleinsatz mit Blick auf die Zwecke angemessen war oder ob unvorhersehbare Ereignisse dem Handlungserfolg entgegenstanden.

4.1.1 Nebenfolgen

Was nun im Zusammenhang mit Risikobetrachtungen des Handelns interessiert, ist weniger das Gelingen (oder Nichtgelingen) beabsichtigter Handlungsfolgen und deren Bedingungen, sondern die *Sphäre der (nicht beabsichtigten) Nebenfolgen.* Nicht beabsichtigte Folgen – auch legitimer – Handlungen implizieren die Möglichkeit, dass sie Individuen oder Kollektive beeinträchtigen oder gar gefährden können (Lärmwirkungen von Mobilität), wenngleich sich fallweise auch neutrale oder begrüßenswerte Nebenwirkungen *(spin-offs*; z.B. Sicherheitsaspekte von Fahrzeuggeräuschen) einstellen mögen. Hieraus darf allerdings nicht der Schluss gezogen werden, dass die Beurteilung von Risiken nur den Teil der negativen Nebenfolgen in den Blick zu nehmen hätte – etwa mit dem Argument, dass ja nur die negativen Effekte das „eigentliche“ Handlungsproblem unerwünschter Veränderungen kennzeichneten oder auch mit der Begründung, dass die „Spin-offs“

bereits von den Suchprozessen des Marktes in ausreichendem Maße erfasst, gewürdigt und genutzt würden und somit nicht einschlägig für Risikobetrachtungen wären. Aus zwei Gründen ist vielmehr das Gegenteil der Fall, was bedeutet, dass – mit Ausnahme indifferenter Handlungsfolgen – *alle Effekte in das Risikokalkül einbezogen* werden müssen, positive wie negative:

1. Negative und positive Handlungsnebenfolgen können miteinander kausal oder konditional verknüpft sein (Fahrzeuglärm → Warnungswirkung). Eine durch einseitige Risikobeurteilung gekennzeichnete Bewältigungsstrategie der strikten Lärmvermeidung würde sich in diesem Beispiel nicht nur um den Preis der Warnwirkung von Fahrzeuggeräuschen bringen, sondern damit neue Risiken zweiter Ordnung provozieren, die die Sicherheit von Verkehrsteilnehmern beeinträchtigen könnten. Wissenschaftstheoretisch lässt sich das Verkehrshandeln als „Störungsvermeidung" entsprechend rekonstruieren (siehe auch Janich 2002): Mobilitätsdefizite sind dann als „Störungen" durch Verkehrserschließung zu beseitigen. Dabei könnten untergeordnet andere Störungen auftreten (Lärm), deren Beseitigungsfolgen wiederum sicherheitsrelevant wären und eine weitere Störungsbeseitigung erforderten. Zur Vermeidung eines *regressus ad infinitum* sollten die Schritte der Störungsbeseitigung möglichst nicht sequentiell erfolgen, sondern im Rahmen einer alle wesentlichen (auch positiven) Aspekte umfassenden und vorausschauenden Risikostrategie implementiert werden.
2. Evaluierungen von Risiken beinhalten immer auch (wenn auch nicht ausschließlich) Kosten-Nutzen-Analysen (Kap. E.3), wenn es um entscheidungsvorbereitende Beurteilungen von Handlungsoptionen geht, von denen eine auszuwählen ist. Die entscheidende Instanz wird im Interesse einer vollständigen und damit zuverlässigen Bilanzierung somit nicht nur Aufwand und Ertrag für eingesetzte Mittel bzw. für die Zielerreichung ins Verhältnis setzen, sondern gleichfalls versuchen, auch die Ziffern absehbarer positiver und negativer Nebenfolgen seiner Entscheidung ins Kalkül zu ziehen. Motivation dieser Herangehensweise wäre die Maximierung gesellschaftlichen Nutzens bei Minimierung möglicher Schäden.

4.1.2 Folgenfortpflanzung

Es ist nach dem zuvor Festgestellten leicht vorstellbar, dass Handlungsnebenfolgen weitere Konsequenzen höherer Ordnung nach sich ziehen können. Die dabei mögliche Verzweigung sequenzieller Nebenfolgen kann mit zunehmender Distanz zum Handlungsereignis quasi ins Unendliche expandieren (Folgen-von-Folgen-Problematik). Die Frage ist, inwieweit eine rationale Risikobeurteilung dies auch berücksichtigen muss. Es wäre utopisch, annehmen zu wollen, *alle* Nebenfolgensequenzen vollständig in den Blick nehmen zu können; aufgrund des Umfangs und der Komplexität der Beurteilungs- und Entscheidungsaufgabe wäre eine Paralyse der Akteure unaus-

weichlich. Aus praktischen Gründen wäre daher eine Begrenzung des Beurteilungsaufwandes sinnvoll, um die Risikobetrachtung handhabbar zu gestalten. Andererseits würde sich eine ausschließlich pragmatisch motivierte Beschränkung auf einen beliebig limitierten Nebenfolgenraum dem Vorwurf nicht zu rechtfertigender Willkür aussetzen. Es sind also geeignete Kriterien heranzuziehen, die eine gerechtfertigte Begrenzung der jeweiligen Risikobeurteilung erlauben.

Hier käme ein weiterer Effekt der Folgenfortpflanzung zum Zuge, nämlich der mit der Distanz zum Handlungsereignis gleichfalls zunehmenden *Ungewissheit* über den tatsächlichen Eintritt von Nebenfolgen. Der Grund hierfür ist, dass viele, insbesondere durch menschliches Intervenieren bedingte Folgensequenzen weniger kausal als konditional miteinander verknüpft sind. Einzelne beschreibbare Folge-Szenarien sind daher möglich bzw. postulierbar, aber nicht zwingend erwartbar.[3] Die daraus folgende Fortpflanzung von Ungewissheit über „Folgen-Folgen" entlastet sequenzielle Risikoszenarien zunehmend von der Verbindlichkeit ihrer Voraussage oder Bewältigung. Auf die Verkehrslärmproblematik bezogen hieße dies, dass vordringlich *kausale Effekte die Gegenstände rationaler Risikobeurteilung* sein sollten. Hierzu würden in erster Linie direkte Lärmwirkungen zählen (siehe C.3). Indirekte oder Langzeiteffekte (C.5) werden dagegen auch von lärmfremden Ursachen (mit-)bestimmt. Hier wäre zu klären, ob Lärmemissionen z.B. für entsprechende pathologische Veränderungen (zumindest teilweise) ursächlich wären, oder ob sie diese lediglich begünstigten (konditionale Beziehung). Manche dieser indirekten Effekte wären daher zwar (obschon unter anderen Gesichtspunkten) zu reflektieren, aber nicht vordringlich im Rahmen einer rationalen Beurteilung von Lärmrisiken.[4] Diese Unterscheidung korrespondiert auch mit der Unterscheidung direkter und invertierter Risiken (Gethmann 1991; 1993). Danach wären lediglich direkte Lärmrisiken, wie verkehrsbedingte Schlafstörungen von der Regulierungsseite her relevant, nicht aber die Möglichkeit eines mobilitätsbedingten Zuwachses hedonistischer Lebensstile.

4.1.3 Unterscheidungen von Nebenfolgen

Die Sphäre der Nebenfolgen menschlichen „Lärmhandelns" wird in seinen jeweiligen Kontexten sehr unterschiedlich ausgeprägt und zu beurteilen sein. In qualitativer Hinsicht wird man ein Spektrum diverser Handlungsfolgen wie lärmbedingte Belästigungen oder Schlafstörungen zu regulieren haben. Entsprechende Wirkungszuschreibungen hängen einerseits von *quantitati-*

---

[3] Der Indeterminismus und nicht die Komplexität der Aufgabe ist letztlich Grund für die notwendige Eingrenzung des Untersuchungsgegenstands.

[4] So könnten manche schulische Leistungsminderungen zwar auch lärmbedingt, aber ursächlich im Sozialen begründet sein. Ihre rationale Beurteilung hätte hier also primär die soziale Dimension in den Blick zu nehmen.

ven (d.h. messbaren) Parametern der Intensität, der Häufigkeit und des Umfangs von Lärmemissionen ab, andererseits scheinen Lärmbelästigungen in hohem Maße von *subjektiven Einschätzungen bestimmter Emissionsqualitäten* getragen zu sein[5]. Das Problem der Setzung von Lärmstandards wird sich daher mit der faktischen Subjektivität der Lärmwahrnehmung und dem Anspruch auf seine intersubjektive Beurteilung auseinandersetzen müssen (B.2.2; B.5.1.1; C.4.2). Hierfür sind insbesondere auch die typischen zeitlichen und räumlichen Muster von Lärmimmissionen zu beachten. Demnach wären zu unterscheiden:

– Akute Folgen und Langzeitfolgen: Die unterschiedlichen Grade der Latenz beeinflussen zeitlich bedingte und variable Präferenzhaltungen für bestimmte Lärmbelastungen. Sie sind teilweise aber auch mit erheblichen Ungewissheiten über die Folgen korreliert, was ggf. eine Entwicklung jeweils verschiedener Schutz- oder Vorsorgestrategien erforderlich macht.
– Kurzzeitige und langfristige Folgen: Andererseits werden hohe Persistenzen möglicher Lärmfolgen schwerer wiegen und damit tendenziell striktere Maßnahmen erwarten lassen, als Immissionsbelastungen kurzer Dauer.
– Örtlich begrenzte und räumlich ausgedehnte Lärmwirkungen: Die Reichweite von Lärmwirkungen zieht charakteristische Verteilungseffekte nach sich, deren Beurteilung und Regulierung Gerechtigkeitsaspekte – mehr oder weniger ausgeprägt – einbeziehen muss (Kap. B.5). Dies betrifft sowohl die Ebene faktischer Lärmzumutungen als auch die Maßnahmenebene mit zugrunde zu legenden Handlungsgrundsätzen (Verursacher-, Gemeinlastprinzip). Grenzüberschreitende Lärmbelastungen erfordern darüber hinaus bilaterale politische Lösungen.
– Sichere und ungewisse Folgen: Abhängig, ob sich bestimmte Lärmwirkungen als sicher erwartbar, oder nur als plausibel und damit lediglich möglich darstellen lassen sind entsprechende Gefährdungen, Risiken oder Besorgnisse auszumachen. Sie korrespondieren mit der Unsicherheit und Unvollständigkeit einschlägiger in Anspruch genommener Wissensbestände, die sich aus dem aktuellen Erfahrungs- und Zukunftswissen speisen. Entsprechend wären geeignete Abwehr- oder Vorsorgestrategien angezeigt (F.3) (siehe auch obiger erster Punkt).

4.2 Risikofragen

Die wissenschaftliche Beschreibung möglicher Lärmfolgen und ihrer Szenarien ist eine notwendige Bedingung für die Beurteilung von Lärmemissionen, mit dem Ziel, mehr oder weniger zumutbare Umweltzustände zu quali-

[5] Fahrzeuggeräusche müssen nicht grundsätzlich als Lärm empfunden werden. So besang Neil Diamond in den 70-er Jahren die Geräuschkulisse der Großstadt – durchaus ernst gemeint – als „beautiful noise“.

fizieren. Da diese mit möglichen Schäden, Rechtsverletzungen bzw. Minderungen von Rechtsgütern korreliert sind (F.2), sind sie prinzipiell gesellschaftlich relevant. Dies trifft allerdings kaum für pauschale Lärmängste oder solche Besorgnisse über Lärmexpositionen zu, die nicht hinreichend plausibel gemacht werden können und damit spekulativer Natur sind. Das heißt nicht, dass nicht auch unbekannte Risiken vorstellbar wären (siehe Jonas 1979). Diese sollten aber – abweichend von der Jonas'schen Diktion – ebenfalls kaum handlungsleitend sein, da sie gleichermaßen auch für das Nicht-Handeln zuträfen. Für die Risikovorsorge scheint also eine Interventions-"Schwelle" gegeben zu sein, die ein hinreichendes Maß an Wissen über mögliche Gefährdungen erfordert (Wahl 1995). Dieser Forderung wäre zumindest die begründbare Projektion der Schadensqualität oder ihre Zuordnung zu einem Schadenstyp sowie die Besorgnis über einen höheren Schadensumfang geschuldet.[6] Entscheidungssituationen, in denen zwischen verschiedenen Risiken des Handelns oder Nicht-Handelns abgewogen werden muss, erfordern darüber hinaus rationale Verfahren ihrer Beurteilung. Mit ihrer Hilfe könnten dann beispielsweise risikoaverse Handlungsziele unter bevorzugter Inkaufnahme des geringsten Risikos realisiert werden.

4.2.1 Analyse von Risiken und Probleme ihrer Bewertung

In ökonomischen Kontexten ließen sich verschiedene Risikoniveaus anhand des Umfangs *und* der Eintrittwahrscheinlichkeit potentieller Schäden bestimmen, wobei das mathematische Produkt beider Größen der jeweiligen Risikohöhe entspräche. Dieses Konzept würde rationale Entscheidungen bei Unsicherheit über den faktischen Eintritt einzelner Schadensereignisse ermöglichen, wie es z.B. in der Versicherungspraxis gehandhabt wird. Nach Abbildung 1 wären beispielsweise besonders hohe Lärmrisiken nur bei solchen potentiell großen Schäden gegeben, bei denen zugleich große Eintrittswahrscheinlichkeiten zu erwarten sind. Im Lärmkontext würde die Quantifizierung von Risiken notwendigerweise die Verfügbarkeit hinreichenden Wissens über lärmbedingte Schäden und ihre statistische Verteilung erfordern. Hierzu gehören empirische Kenntnisse über Lärmwirkungen und entsprechend gesicherte Zuschreibungen (u.a. Dosis-Wirkungsbeziehungen) sowie verlässliche Methoden zur Bezifferung der Schäden. Es ist vorstellbar, das dies oft nicht zufriedenstellend gelingt, sei es, dass die Monetarisierung belästigender Lärmwirkungen schwierig ist bzw. uneinheitliche Ergebnisse liefert oder sei es, dass direkte Lärmwirkungen nicht zweifelsfrei konstatiert werden können. Monetarisierungsbemühungen zielen auf eine „objektive"[7] Klassifizierung subjektiv empfundener Schäden auf der Kardinalskala hin, was aber im obigen Fall unbefriedigende Lösungen erwarten lässt, da bei-

---

[6] Für marginale Risiken wären nachsorgende Maßnahmen zumeist angemessen.

[7] Korrekt, wenn auch wenig geläufig, wäre hier die Verwendung des Ausdrucks „trans-subjektiv".

spielsweise Hörschäden von Musikern sicher anders zu beurteilen wären als solche von „Normalbürgern". Die Beurteilung lärmbedingter Folgen für vulnerable Immobilienmärkte erschiene dagegen zunächst normativ unproblematisch, allerdings könnten die entsprechenden Kausalbeziehungen von komplexer und indirekter Natur sein, was die Zuschreibungs- und Bewertungsaufgabe hinsichtlich ihrer deskriptiven Basis erheblich erschweren würde. Zusammenfassend würde das o.g. Bewertungskonzept nur in Fällen direkt zuschreibbarer und bilanzierbarer Lärmfolgen zur Anwendung kommen können.

4.2.2 Beurteilung von Risiken und Störungen

Aus Gründen der Praktikabilität vereinfacht die Rechtsordnung einen Teil der oben beschriebenen Bewertungsprobleme, indem sie mögliche Schäden nicht quantifiziert, sondern allenfalls auf der Ordinalskala solche nachteiligen Entwicklungen differenziert, die entweder als potentiell gefährdend angenommen werden können oder lediglich als mögliche Beeinträchtigung anzusehen sind (Schröder 2002).[8] Diese Unterscheidung ermöglicht die *Qualifizierung von hohen Risiken mit sehr hoher Eintrittswahrscheinlichkeit als Gefahren*, die bei ungehindertem Geschehensablauf zu erkennbaren Schäden führen würden, was entsprechend strikte Abwehr- oder Schutzmaßnahmen erforderlich machen würde. Moderate Risiken mit geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit rechtfertigen dagegen „nur" eine z.B. auch an ökonomischen Belangen abgewogene Vorsorge,[9] die allerdings schon entsprechend frühzeitig einzusetzen hat. Dies genügt auch dem Vorsichtsgrundsatz der Umweltpflege, im Risikofall vorrangig vorbeugend tätig zu werden (Kloepfer 2004). Im Kontext dieser Studie wären demnach planerische oder konstruktive Maßnahmen zum aktiven Lärmschutz auf Fahrzeugseite prinzipiell solchen vorzuziehen, die sich lediglich auf den passiven Lärmschutz (Lärmschutzwälle, Lärmschutzfenster) beschränken würden. Sehr geringe Risiken (sogenannte „Restrisiken") werden dagegen gemeinhin als so unwahrscheinlich erachtet, dass ihr Eintreten pragmatisch mit „Null" gleichgesetzt wird. Sie werden der Gesellschaft daher – unabhängig von ihrer potentiellen Schadenshöhe – generell zugemutet.[10]

Umgekehrt kann der Zustandsraum möglicher (Lärm-)Schäden und ihrer Bewertung bekannt bzw. unstreitig sein, die Wahrscheinlichkeit ihres

---

8 Gleichwohl können unhintergehbar subjektive Annahmen über Gefährlichkeiten fragwürdig sein.

9 Der Vorsorgebereich erstreckt sich darüber hinaus auch auf solche Umweltbelastungen, die vermeidbar sind, auf Schäden, die unter der „Schwelle" ihrer Gefährlichkeit liegen, auf vermutete Gefährdungen, sowie auf nachteilige Fernwirkungen von Handlungsfolgen.

10 Die ethische Legitimation einer derart begrenzten staatlichen Schutzpflicht ist gleichwohl nicht unumstritten.

Eintretens hingegen nicht. Diese Form höherer Ungewissheit mag für multi-faktorielle Prozesse und/oder Langzeitfolgen zutreffen (siehe auch Abschnitt A.4.2.1). Der Umgang mit dieser Ungewissheit würde etwaige „wait-and-see"-Politiken nicht unmittelbar rechtfertigen, da nicht bezifferbare Wahrscheinlichkeiten möglicher Schadensfälle nicht mit ihrem Nicht-Eintritt oder ihrer grundsätzlichen Unwahrscheinlichkeit gleichzusetzen sind. Inwieweit hier Vorsorgemaßnahmen angemessen wären, hängt – neben der Höhe möglicher Schäden – von Annahmen über ihre Realisierung ab. Diese Annahmen sind als Grundlage „bedingter Wahrscheinlichkeiten" allerdings empirisch nicht oder kaum abgesichert, sondern sie hängen letztendlich vom Beurteiler und seinen Vorannahmen ab. Dies impliziert auf der Ebene der Wahrscheinlichkeitsabschätzungen zwangsläufig eine gewisse Subjektivität der Resultate: Je nach (momentaner) „Risikofreudigkeit" des jeweiligen Beurteilers können Risiken demzufolge als gering bis moderat oder auch als moderat bis hoch eingeschätzt werden. Entsprechende Positionen ließen entweder nach- und vorsorgende Handlungen oder Vorsorge- und Abwehrmaßnahmen als legitim erscheinen. Ob nun ein bestimmtes Risiko mit Schadensersatzlösungen, flexiblen „Maßnahmen der Verhaltenssteuerung" oder ordnungspolitischen Standards zu bewältigen ist, hängt somit hier auch von der subjektiven Sicht des Beurteilers ab, was angesichts der Suche nach allgemein akzeptierbaren Standards unbefriedigend erscheinen mag. Es steht eine Orientierung anhand allgemein akzeptierbarer Risikokriterien aus, für die sich unterschiedliche Verfahren ihrer Generierung anböten (siehe A.4.2.3).

Aus normativer Sicht sind reine *Belästigungen durch Lärm* noch schwerer zu handhaben, da sie oft keine (potentiellen) Gefährdungen nach sich ziehen, sondern „lediglich" nachteilig sein können. Sie sind nicht mehr als Risiken i.e.S. anzusprechen und schwer zu regulieren, da sie zwar durchaus faktische Beeinträchtigungen darstellen, die von einzelnen Betroffenen als gravierend empfunden werden, von anderen gleichartig Exponierten hingegen auch als wenig störend wahrgenommen werden können. Die Zustandsräume möglicher Lärmwirkungen bzw. ihre Qualifizierung als „Schäden" sind hier also fraglich und im höchsten Maße subjektiv – unabhängig von ihrer weiteren Prognose und Bewertung (Kap. B.3). Die Evaluierung solcher Lärmumstände sähe sich somit *profunden Unsicherheiten* (siehe hierzu auch Steger et al. 2002) ausgesetzt, die letztlich in Empfehlungen für vor- und nachsorgende Maßnahmen münden würden. Die offensichtliche Subjektivität des Lärmempfindens erschwert eine Bestimmung quasi-objektiver Präferenz- oder Toleranzmaße für bestimmte Lärmniveaus erheblich (Kap. B.3). Dies darf allerdings nicht zu Resignation oder Beliebigkeit im Umgang mit der Lärmproblematik verleiten. In einem ersten Schritt wären vielmehr handhabbare und akzeptable Kategorisierungen von Lärmbelastungen anzustreben.

4.2.3 Risikovergleiche

Die Suche nach etwaigen orientierenden Akzeptanzkriterien ist angesichts der unterschiedlichen individuellen Lärmtoleranz und Risikobereitschaft sowie der konfligierenden Zwecke der Betroffenen zunächst skeptisch zu beurteilen. Der Einzelne wäre wahrscheinlich auch durch die Komplexität einer rationalen Abwägung kollektiver Lärmbelastungen überfordert. Die mitunter aus dem öffentlichen Raum geäußerten und oft widersprüchlichen Präferenzen für vertraute oder „natürliche" Risiken bzw. Belastungen sind willkürlicher Natur und entziehen sich auf der hier relevanten gesellschaftlichen Aggregationsebene einer rationalen Rechtfertigung.[11] Die etwaige Ablehnung des Fluglärms als etwas Unnatürliches wäre also beispielsweise nicht verallgemeinerbar und auch nicht haltbar. Dennoch besteht auf gesellschaftlicher Seite Orientierungsbedarf für den Umgang mit kontroversen Lärmeinschätzungen.

Gethmann (1993) schlägt aufgrund der subjektiven Anteile der Risikowahrnehmung eine Orientierung an faktischen Akzeptanzen von Belastungsniveaus vor. Entsprechende inter-subjektive Kriterien ließen sich aus der Forderung konsistenten Risikohandelns in Verbindung mit der faktischen Risikobereitschaft Betroffener entwickeln, was auf Vergleiche mit freiwillig übernommenen Risiken hinausliefe. Dieser Idealisierungsschritt konstruiert zumutbare Lärmbelastungserwartungen dergestalt, dass freiwillig übernommene Lärmbelastungen ggf. auch auf unerwünschte Belastungen zu übertragen sind. Freiwilligkeit und faktische Unerwünschtheit von Risikozumutungen werden dabei in rationalen gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen als unschädlich für die vorgeschlagenen Risikovergleiche angesehen. Für die Rationalität der Entscheidung sollte vordringlich die pragmatische Konsistenz des Risikohandelns zählen. Dennoch gelten bestimmte Einschränkungen und Anforderungen für die Zulässigkeit von Risikovergleichen und resultierenden kollektiven Entscheidungsprozessen: Es ist sicherzustellen, dass die zu vergleichenden „gelebten" Risiken oder Belastungen tatsächlich freiwillig übernommen und in ihren Konsequenzen dem Einzelnen bekannt sind. Ferner ist die Kommensurabilität („Vergleichbarkeit") von Risiken sicherzustellen, weswegen Hanekamp und Gutmann (1999) Risikovergleiche nur innerhalb zuvor zu bestimmender Risikoklassen zulassen wollen (Forderung nach „pragmatischer Konsistenz zweiter Ordnung"). Für den Vergleich von einzelnen Risiken bedarf es darüber hinaus auch eines intersubjektiven Maßstabs. Dieser kann vielfach in Geldwert ausgedrückt werden, wenngleich Fälle z.B. massiver gesundheitlicher Lärmwirkungen vorstellbar sind, in denen finanzielle Kompensationen fragwürdig erscheinen. Generell sind immer auch

[11] Auf der Ebene der Führung individueller Lebensstile sind diese Kriterien gleichwohl legitim.

Gerechtigkeitserwägungen für eine faire Verteilung möglicher Risikozumutungen anzustellen.

Dieses Verfahren reduziert die Fülle faktischer, auch kontroverser und zeitlich variabler Risikoerwartungen oder -präferenzen auf einzelne gesellschaftlich akzeptable Risiko- oder Belastungspfade. Sie sollten im Vorfeld möglicher kollektiver Entscheidungen zugunsten überschaubarer, begrenzbarer und revidierbarer Risiken weiter eingegrenzt werden (siehe auch Gethmann 1993). Dies wäre der Unsicherheit wissenschaftlicher Kenntnisse und ihrer Projektionen geschuldet. Unter Beachtung vorstehender Forderungen werden Risikovergleiche grundsätzlich als geeignet erachtet, auf der Basis von Rationalitätsforderungen langfristig tolerierbare bzw. gerechtfertigte Risikozumutungen zu formulieren. Diese können auf der kollektiven Ebene verbindlich werden, selbst wenn sie nicht bei jedermann auf Akzeptanz stoßen mögen.[12]

4.2.4 Alternative Möglichkeiten zur Beurteilung von Lärmbelastungen

Neben dem o.g. komparativen Beurteilungsverfahren sind sowohl komplementäre als auch alternative Konzepte denkbar, die für die Abwägung von Risiken in Frage kämen. Hierzu zählt auch das bereits im Abschnitt 4.2 genannte „Prinzip der schlechten Prognose“, das allerdings wegen seiner bereits erwähnten gravierenden Unzulänglichkeiten und seiner überzogenen Sicherheitsforderungen abzulehnen wäre.[13] Gemäßigt sicherheitsorientierte Prinzipien, wie die „Minimax-Regel“ (Bevorzugung solcher Entwicklungen, die ein Minimum gravierender Schäden erwarten lassen) und – in Fällen wissenschaftlicher Unsicherheit – die Maxime der Vermeidung falsch-positiv prognostizierter Entwicklungen (Nutzinger 1999) erscheinen als schadensbegrenzende Forderungen dagegen nachvollziehbar. Anders argumentieren einschlägige ökonomistische Kalküle, die auf eine Maximierung des (gesellschaftlichen) Gesamtnutzens abzielen. Entsprechende Kosten-Nutzen-Erwägungen von Umweltrisiken haben große Verbreitung gefunden. Sie sind in der Lage, auf hoher Aggregationsstufe selbst komplexe Systeme zu optimieren (Pareto-Optimalität). Gleichwohl können sich dabei auf der disaggregierten Ebene unakzeptable, nicht-optimale Resultate ergeben, die Einzelnen u.U. unzumutbare Belastungen aufbürden – „zum Wohle des Ganzen“. Hier wären korrigierende Eingriffe eines wohlmeinenden Planers so wünschenswert wie utopisch (*sensu* Ott 2004).

---

[12] Zum Verhältnis von Akzeptabilität und (faktischer) Akzeptanz siehe u.a. Grunwald (2000).

[13] Eine – auch aus utilitaristischer Sicht – bemerkenswerte Wendung der „Heuristik der Furcht“ könnte allenfalls sein, z.B. etwaige (irrationale) Umweltängste bereits als faktische Schäden zu begreifen (Schröder et al. 2002).

4.3 Grundsätze für die Formulierung von Lärmstandards

Aus der Anwendung geeigneter Methoden von Belastungs- und Risikoevaluierungen sind rationale und legitime Ziele für eine wünschbare Umweltqualität zu entwickeln. Diese Ziele werden z.B. durch die Setzung angemessener Lärmstandards operationalisiert, die lärmverursachendes Handeln unterhalb zu setzender Grenzwerte erlauben und oberhalb dieser begrenzen.[14] Ihre Sanktionsfähigkeit ist Ausdruck ihrer normativen Geltungsansprüche, die durch die entsprechenden Vorsorge- oder Sanierungsziele gerechtfertigt sind. Die Rechtfertigungsforderung und Akzeptabilität von Umweltstandards als Mittel der rationalen Bewältigung von kollektiven Risiken erfordert u.a. ihre allgemeine Geltung – ohne Ansehen der betroffenen Person. Gleichwohl verlangt die Rationalität der Grenzwertsetzung auch eine gewisse Kontextbezogenheit, die im Ergebnis dem Generalisierungsgebot ein Stück weit zuwider laufen kann: So können zuschreibbare Vulnerabilitäts- oder Nutzenkalküle für verschiedene Teilkollektive (z.B. Alters- bzw. Berufsgruppen) – zweckmäßigerweise und durchaus legitim – in gruppenspezifische Lärmstandards münden.

Die einzufordernde Verbindlichkeit von Standardsetzungen ergibt sich dabei aus der Anordnung normativer Prämissen und zumeist empirisch gestützter Erkenntnisse in regelgeleiteten Schlüssen nach folgendem Beispiel:

- Ausgangsprämisse (Regel 1): Die Behinderung zwischenmenschlicher Kommunikation im privaten Bereich durch Umgebungslärm ist nicht zumutbar.
- Beobachtung: Erhebliche Kommunikationsstörungen sind im häuslichen Bereich ab einem äquivalenten Dauerschallpegel von 55 dB ($L_{eq.}$) außen festzustellen.
- Schlussfolgerung (Regel 2): Dauerschallpegel über 55 dB ($L_{eq.}$) sind zu vermeiden.

Das heißt einerseits, dass nachgewiesene Dosis-Wirkungsbeziehungen oder speziell auch Schwellenwerte wichtige Bezugspunkte für Festlegungen von Normen sein können (Schritt 2), andererseits für sich genommen aber nicht hinreichend für die Formulierung von Lärmvorschriften sind (Schritt 3) (siehe auch Kap. B.3.1). Im o.g. Beispiel ist daher zunächst die Prämisse der Unerwünschtheit von gravierenden Kommunikationsstörungen explizit vorauszusetzen bzw. separat zu begründen (Schritt 1). Daher sind Lärmstan-

[14] Dies entspräche der bewirtschaftungsrechtlichen sowie der begrenzungsrechtlichen Auffassung von Grenzwerten zum Umgang mit der Umwelt (Kloepfer 2004). Dabei können im Vorfeld etwaiger Beschränkungen Prüfwerte bestehende Verdachtsmomente ausräumen oder bestätigen und ggf. den Weg für Detailerhebungen und die Anwendung konkreter Handlungsvorschriften ebnen.

dards – anders als rein naturwissenschaftliche Aussagen – allenfalls in ihren deskriptiven Sätzen falsifizierbar, wohl aber immer hinsichtlich ihrer normativen Anteile zu validieren.[15]

Die Kontextbezogenheit von Umweltstandards sowie neue Problem- und Erkenntnislagen erlauben und erfordern zudem die Revidierbarkeit von Grenzwerten (Gethmann 1992). Insbesondere sind Umweltstandards regelmäßig an den jeweiligen Stand von Forschung und Technik anzupassen und insofern immer nur von zeitlich befristeter Geltung. Die Angemessenheit und Handhabbarkeit entsprechender Grenzwerte für Akteure und Betroffene im Lärmgeschehen wären also im Spannungsfeld zwischen Aktualität bzw. Vorläufigkeit und Verlässlichkeit der Standardsetzung sicherzustellen. Letztere ist angesichts der Langfristigkeit bestimmter Entscheidungen und als Gebot ökonomischen Umgangs mit Langzeitinvestitionen zu fordern (Siedlungsplanung, Straßenbau, Fahrzeugentwicklung). Die Revision von Umweltstandards ist – wie ihre ursprüngliche Setzung – letztendlich aber immer auch ethisch und prozedural zu rechtfertigen. Letztere speist sich aus den berechtigten Erwartungen der Gesellschaft an transparente und effiziente Verfahren der Grenzwertfindung; im vorrechtlichen Bereich mündet ihre ethische Rechtfertigung schließlich in die Begründung entsprechender Rechts- und Verwaltungsakte und trägt somit zu deren breiter Akzeptanz und Befolgung bei.

Abschließend betrachtet lassen sich Grenzwerte auch pragmatisch rechtfertigen. So wäre der oben vorgeschlagene (und gerundete) „Grenzwert" von 55 dB (L_{eq}) im Alltag gut handhabbar und rezipierbar – auch wenn sich gravierende Kommunikationsstörungen real erst bei geringfügig höheren als dem o.g. ganzzahligen Wert ereignen würden. Aus praktischen Erwägungen heraus erlaubt man sich also auch eine gewisse Subjektivität der Standardsetzung[16], die durch das dekadische Zahlensystem bedingt ist, aber innerhalb marginaler Größenordnungen pragmatisch legitim und geboten erscheint.

---

[15] Ihre komplette Verifizierbarkeit dagegen einzufordern, käme einem naturalistischen Fehlschluss gleich.

[16] Die Rede von der „Setzung" von Standards impliziert bereits willkürliche Anteile entsprechender Entscheidungen, die aber nicht automatisch mit Beliebigkeit gleichzusetzen sind.

B Lärm und Mobilität aus philosophischer und gesellschaftstheoretischer Perspektive

1 Allgemeine Kennzeichnung des Lärmphänomens

Bei verkehrsverursachtem Lärm handelt es sich um ein komplexes Phänomen, dem vielerlei, z.T. disparate Elemente und Zusammenhänge zugrunde liegen. Um das Phänomen sowie das Problem des Verkehrslärms angemessen begreifen zu können und die schwierigen Fragen nach Belästigung, Zumutbarkeit und Lärmintoleranz bzw. Lärmtoleranz beantworten zu können, ist es nötig, zunächst das Eigentümliche des Phänomens des Lärms richtig zu erfassen. Dazu ist es aber notwendig, ein breiteres Spektrum von Lärmphänomenen zu erörtern, um dann vor dem Hintergrund einer Analyse und einer Systematik, die recht unterschiedlichen Lärmphänomenen Rechnung trägt, sowohl einige konstitutive Eigenschaften als auch relevante Besonderheiten des verkehrsbedingten Lärms klären zu können.

Die Elemente des untersuchten Phänomens werden einerseits durch die geräuscherzeugenden Verkehrsmittel repräsentiert, andererseits durch die diese Geräusche wahrnehmende Menschen. Das Phänomen des verkehrsverursachten Lärms ist gleichwohl nicht auf diese zwei Elemente – ein Geräusch-emittierendes technisches Gerät und ein wahrnehmendes Individuum – und auf eine Beziehung kausaler Art zwischen den beiden reduzierbar. Gerät und Mensch stehen jeweils in einem komplexen Zusammenhang. Darüber hinaus ist der Mensch als solcher ein vielschichtiges Wesen; außer dem rein Physiologischen und Biologischen haben wir es noch mit dem Psychischen und auch mit dem Intellektuellen zu tun. Man kann auch nicht davon absehen, dass der Mensch ein Sozial- und ein Kulturwesen ist und das Kulturelle und das Soziale ihn zum großen Teil ebenso charakterisieren wie das Physiologische und Biologische. Die Komplexität und Vielschichtigkeit ist freilich auch für das andere Element kennzeichnend. Die lärmverursachenden Geräte gehören in umfassendere Zusammenhänge sowohl rein technischer als auch sozialer, kultureller und vor allem wirtschaftlicher Art. Verkehrsmittel werden genutzt um Mobilität zu steigern. Sie gehören zum kulturellen Kennzeichen der jeweiligen (und insbesondere der modernen) Epoche und sie werden vom Menschen genutzt, um bestimmten herrschenden, kulturell geprägten Wünschen und Mustern im privaten Bereich folgen zu können – vor allem aber sind sie eines der wesentlichen

Abwicklungsmittel des modernen Wirtschaftswesens. Daher kann und darf eine Erörterung des verkehrsverursachten Lärms die Gesichtspunkte des Verkehrs bzw. der Mobilität als besondere Bestimmung und Eigenschaft der Moderne nicht übergehen.

Mit diesen Fakten wird darauf verwiesen, dass beim verkehrsverursachten Lärm alle diese Aspekte eine Rolle spielen und die Erörterung dieses Phänomens jeden Aspekt berücksichtigen muss und jedem Aspekt ein bestimmter Stellenwert beizumessen ist. Die Untersuchung des verkehrsverursachten Lärmphänomens kann nicht einer einheitlichen Methode folgen oder sich mit einem einzigen methodologischen Grundmuster begnügen. Bei grundsätzlich anders verfassten Bereichen mit jeweils spezifischen Zusammenhängen sollten nämlich nur jene methodologischen Vorgehensweisen angewendet werden, die imstande sind, der besonderen Verfassung der jeweiligen Wirklichkeitsart spezifisch Rechnung zu tragen. Das Phänomen Lärm wird in technischer oder physiologisch-akustischer Hinsicht auf eine andere Art untersucht als in wirtschaftlicher, psychologischer oder soziologischer Hinsicht. Es handelt sich aber nicht (oder nicht vor allem) um eine Mannigfaltigkeit von Methoden und Techniken, mit denen wir es in beinahe jeder Wissenschaft zu tun haben, sondern um zwei grundsätzliche und unterschiedliche methodologische Ansätze und Wissenschaftskonzepte, die dann bestimmten Methoden und Techniken zugrunde liegen können. Für den einen Teil der Wissenschaften, die bei der Untersuchung des uns interessierenden Phänomens zur Geltung kommen sollen, ist es zwar kennzeichnend, dass in ihm nur ein methodologischer Ansatz anwendbar ist: Dabei handelt es sich vor allem um technische Wissenschaften, zum Teil um Medizin. Für die anderen Wissenschaften hingegen ist kennzeichnend, dass bei ihnen die beiden Grundansätze (zumindest wenn es um die Erforschung des verkehrsverursachten Lärmphänomens geht) miteinander konkurrieren – zu den Wissenschaften dieser Art gehören Psychologie, Soziologie, aber auch die Wirtschaftslehre. Der angesprochene Unterschied zwischen diesen Ansätzen und Wissenschaftskonzeptionen hängt offensichtlich damit zusammen, dass wir es mit zwei unterschiedlichen Gegenstandsbereichen zu tun haben, die anders konstituiert sind und in denen Zusammenhänge anderer Art bestehen. Die Tatsache, dass innerhalb der zweiten Gruppe von Disziplinen die beiden grundsätzlichen Ansätze miteinander konkurrieren, zeigt nur, dass innerhalb dieser Disziplinen, die den Menschen u.a. in psychologischer und soziologischer Hinsicht betrachten, ein Wettbewerb stattfindet, und zwar um ein angemessenes Konzept des Menschen und auch der Gesellschaft, mit anderen Worten: um unser Selbstverständnis. Diese zwei grundsätzlichen und auf manchen Gebieten miteinander konkurrierenden Ansätze sind: ein empirisch-analytischer und ein hermeneutisch-historischer Ansatz (Habermas 1982b; Habermas 1982c). Der erste kann als naturwissenschaftlicher oder erklärender, der andere als sinnverstehender Ansatz bezeichnet werden.

Das Phänomen des verkehrsverursachten Lärms ist unter den Gesichtspunkten der von außen her *messbaren Belastung* und der erlebten oder subjektiv erfahrbaren *Belästigung* zu analysieren. Wird der Unterschied zwischen Belastung und faktisch belegbarer Belästigung ignoriert oder das letztere auf das erstere reduziert, dann hätten die Untersuchungen zum verkehrsverursachten Lärm allein einen einzigartigen Praxisbezug; sie würden dann grundsätzlich nur unter einem Gesichtspunkt geführt, nämlich der Frage: Zu welchen Gesundheitsschäden führt es, verkehrsverursachtem Lärm ausgesetzt zu sein? Im Zentrum des Interesses würde nur die mit empirisch-analytischen Mitteln messbare Belastung stehen. Von Bedeutung wären dann auch nur jene Disziplinen, die an den Mitteln zur Verminderung der Lärmbelastung arbeiten (technische Wissenschaften, die sich sowohl mit der Verursachung von Lärm durch Straßen-, Schienen- und Luftverkehr als auch mit lärmmindernden Maßnahmen etwa im Städte- und Straßenbau beschäftigen) sowie die Disziplinen, die vor allem gesundheitsschädigende Folgen der Lärmbelastung untersuchen (Medizin, zum Teil Psychologie).

Um aber bei der Untersuchung des Phänomens Lärm einen anderen und gleichermaßen bedeutsamen Praxisbezug nicht zu verlieren, muss auch die andere Dimension, die Dimension des subjektiven Erlebens, der subjektiv erfahrenen oder erfahrbaren Belästigung berücksichtigt werden, und zwar aus folgendem Grund: „Alltägliches Erleben von Lärm und Stress bilden die Grundlage für Beschwerden, subjektive Beeinträchtigung, soziale und eventuell juristische Auseinandersetzungen“ (Bosshardt 1988, 41). Das muss auch für das Gewicht, das der jeweiligen Fachdisziplin innerhalb der Lärmforschung beigemessen wird, von Belang sein. Im Hinblick auf das Phänomen der Belästigung sind einerseits solche Disziplinen wie Psychologie und Sozialpsychologie, andererseits aber solche praxisbezogenen Disziplinen wie etwa Jurisprudenz von besonderer Bedeutung; die letztgenannte Disziplin trägt in entscheidender Hinsicht Verantwortung für den Umgang mit den letztlich im subjektiven Erleben verankerten Auseinandersetzungen sowie für deren Bewältigung. Sie ist aber bei der Lösung dieser Aufgabe ebenso wenig wie die Psychologie autark, sondern muss einen Teil der Erkenntnisse von anderen Wissenschaften beziehen. Um diesen Auseinandersetzungen gesetzgeberisch Rechnung tragen zu können, muss die Jurisprudenz ebenso wie die Psychologie – wenn sie das Phänomen der Belästigung besser verstehen und den Betroffenen bzw. Streitenden helfen will – letztlich auch auf die Erkenntnisse, die nur in den im sinnverstehenden Modus verfahrenden Kulturwissenschaften zu gewinnen sind, zurückgreifen.

Das leitende Problem der Untersuchung des Lärmphänomens muss also die zwar immer individuell erfahrene, zugleich aber sich in einem größeren Ausmaß manifestierende Belästigung sein, also eine Belästigung, die durchaus soziologisch relevant ist und dadurch auch in unseren Gesellschaften politisch relevant wird. Um das Phänomen der gesellschaftlich spürbaren und gesellschaftlich relevanten Belästigung wahrzunehmen, muss man die

Aufmerksamkeit auf diese gesellschaftliche Dimension lenken, um dann Überlegungen anzustellen, die es uns auch erlauben, das gesellschaftlich verbreitete Gefühl des Belästigtseins besser zu verstehen. Diese Erkenntnis lässt sich nicht mittels jener Methoden gewinnen, die geeignet sind, z.B. zu untersuchen, was eindeutig aus physiologisch-akustischen Gründen als gesundheitsschädlich gelten muss. Dazu reicht auch nicht, auf experimentell-psychologische Methoden zurückzugreifen. Das Erlebnis des Belästigtseins, das in weiten Teilen der Bevölkerung verbreitet ist, besonders unter jenen, die dem Lärm ausgesetzt sind, muss auch in einem anderen als bloß psychologischen Rahmen untersucht werden, nämlich in einem Rahmen, in dem zwar individuelle, zugleich aber auch gesellschaftlich und gesellschaftstheoretisch signifikante Urteile über dieses subjektive Erleben formuliert werden. Dieser Rahmen ist ein gesellschaftlicher und ein zivilisatorischer Rahmen. Die subjektiven Urteile verbleiben in einem Zusammenhang mit einem kultur- und zivilisationsbedingtem Selbstverständnis und Sichbefinden.

Da es sich aber in unserem Zusammenhang um das Problem des verkehrsbedingten Lärms handelt, sollte man zugleich auch das Problem und Phänomen des Verkehrs bzw. der Mobilität bedenken. Bei der Analyse und Systematisierung des Lärmphänomens wird sich zeigen, dass der Lärm nicht nur als technisch-physisches, sondern als sinnbezogenes Phänomen zu betrachten ist (s.a. Flitner 2006, im Druck). Diese Sinnbezogenheit wird besonders sichtbar, wenn wir den Lärm in seinem kultur-zivilisatorischen und gesellschaftlichen Zusammenhang sowie im Zusammenhang mit dem Verkehr als Eigenschaft der Moderne betrachten. Nach der Analyse und Systematik des Lärmphänomens und Erläuterungen methodologischer Art folgt ein kulturhistorischer Exkurs zum Verkehr mit erläuternden Beispielen.

2 Die Systematik der Lärmphänomene

Da der Lärm ein Geräusch ist, das als störend und unangenehm empfunden wird, ist der Terminus Lärm bereits negativ besetzt. Deswegen wird in Rahmen dieser auf eine Systematik hinauslaufenden Erwägungen an manchen Stellen ein neutraler Terminus wie „Schall“ bzw. „Geräusch“ benutzt, um diese negative Konnotation zunächst zu vermeiden.

2.1 Dimension Verursachen – Wahrnehmen

Der Verkehrslärm ebenso wie sonstiger Lärm wird vom Menschen sowohl verursacht als auch von ihm – als Belastung – empfunden. Daher ist es selbstverständlich, dass das Spezifische des zeitgenössischen Phänomens Verkehrslärm sowohl unter dem Gesichtspunkt seiner Verursachung als auch von der Seite seines Wahrnehmens untersucht werden muss. Beide Aspekte, die bei einer Lärmanalyse, d.h. nicht nur des Verkehrslärms, zu berücksichtigen sind, kennzeichnen eine Dimension des Lärmphänomens – die Dimension des Generierens und Wahrnehmens von Lärm.

2.2 Dimension rein subjektives Wahrnehmen – rein objektives Einwirken

Eine andere Dimension des Lärmphänomens und des Lärmproblems erstreckt sich zwischen zwei Wahrnehmenspolen. Einen der beiden Pole bildet jenes Wahrnehmen, mit dem wir dann zu tun haben, wenn nur ein Einzelner den vernommenen Schall oder Klang als gerade angenehm oder zumindest als nicht belastend empfindet, obschon dieses Geräusch (unter bestehenden Bedingungen) von allen sonstigen Menschen als nicht hinnehmbar angesehen wird oder umgekehrt falls nur ein Individuum das vernommene Geräusch als inakzeptabel und unerträglich einschätzt, auch wenn es von allen sonstigen Menschen als gar nicht belastend empfunden wird. Bei diesem Pol handelt es sich also um ein rein subjektives Wahrnehmen von Schallemission, die für jeweils einen Einzelnen angenehm und akzeptabel (etwa wie die schönste Musik), für den anderen dagegen als unangenehm und unerträglich gilt. Der andere Pol ist der Pol jenes Wahrnehmens oder Erfahrens von Geräusch, bei dem für das subjektive Empfinden überhaupt kein Spielraum übrig gelassen wird. Es ist der Pol jenes

Schalls, der entweder überhaupt von keinem Menschen vernommen werden kann oder umgekehrt bei jedem Menschen dieselben Gehörschäden verursacht bzw. zu anderen eindeutig feststellbaren Folgen physiologisch-medizinischer Art führen muss. Der eine Pol ist also der Pol eines rein subjektiven Wahrnehmens, der andere dagegen ist der Pol der rein objektiven, wissenschaftlich feststellbaren Folgen eines Ausgesetztseins.

2.3 Zwei komplementäre Aspekte: Ein akustisch-technischer und ein physiologisch-medizinischer Aspekt

Wie an der Charakteristik der beiden zuerst genannten Pole leicht zu sehen ist, sind bei dieser Dimension zwei Aspekte des Lärmphänomens zugleich berücksichtigt. Einerseits wird auf objektive technische (oder genauer gesagt: akustische) Eigenschaften des Schalls hingewiesen. An dem einen Pol haben wir es mit völlig unvernehmbarem und unschädlichem Schall zu tun, zu dem also auch keiner, der Emissionen dieses Schalls ausgesetzt ist, eine subjektive Einstellung hat; an dem anderen Pol haben wir dagegen solchen wahrnehmbaren Schall, der unabhängig von seiner subjektiven Bewertung zu objektiven Störungen und Gesundheitsschäden führt. Die an beiden Polen sichtbaren Aspekte des Schallgenerierens und -wahrnehmens könnte man jeweils als einen rein akustisch-technischen und als einen rein physiologisch-medizinischen Aspekt bezeichnen.

2.4 Zwischenraum Sinn

Zwischen dem unschädlichen Unhörbaren und dem unvermeidlich Schädlichen und Vernehmbaren erstreckt sich ein Zwischenraum, der durch jene hörbare Geräusche ausgefüllt ist, die auf den Gesundheitszustand des Menschen Einfluss haben können, auch wenn hier eindeutige Kausalzusammenhänge schwer auszumachen sind. Sie werden aber auf eine sinnvermittelte Weise wahrgenommen, so dass die Wahrnehmungsqualität in Bezug auf einen Sinn bestimmt wird.

Es ist aber darauf hinzuweisen, dass im ersten Fall der Einfluss unbekannt bleiben kann (wegen schwer feststellbarer Kausalzusammenhänge), im zweiten dagegen das Wahrnehmen durch den Sinn vermittelt wird, der manchmal auch nicht so einfach festzulegen ist. Neben dem bewussten Sinn kann auch etwas auf der Ebene des Unbewussten bzw. ein Sinn, aber auf eine nicht ganz klar zum Ausdruck gebrachte Weise, das Wahrnehmen des Geräusches bestimmen und das Wahrnehmen von ihm gestalten. Es kann aber auch so sein, dass zwar der Schall nicht vernehmbar ist, aber schon der Sinn, den man mit einer bestimmten geräuscherzeugenden Handlung verbindet, eine bestimmte Einstellung und ein bestimmtes Empfinden verursachen kann. Dies wäre z.B. der Fall, wenn die Handlung als Quelle eines nicht wahrge-

nommenen, aber möglicherweise schädlichen Geräusches aufgefasst würde. Diesen Fall eines nur durch den Sinn verursachten „Wahrnehmens“ kann man beiseite lassen. Wie aber am Beispiel einer sinnbezogenen Abwehreinstellung den Funksendern gegenüber zu sehen ist, ist der Sinn ein enorm wichtiger Faktor, der auch das Wahrnehmen von Schall – ebenso wie alle sonstigen vom Menschen empfundenen Phänomene, besonders die, die durch menschliches Handeln verursacht sind – wesentlich gestaltet. Die Suche nach objektiven Kausalzusammenhängen ist im ersten Fall zwar nötig, aber man hat es auch mit dem Einfluss des „subjektiven“ Faktors zu tun, wobei sein Einfluss aber unklar bleibt. Was den Faktor Sinn betrifft, so kann der Sinn einerseits beinahe rein subjektiv sein (etwa Idiosynkrasie bzw. individuelle Pathologien); er kann aber auch intersubjektiv, d.h. von mehreren Subjekten geteilt sein und in dieser Form auch als objektiv angesehen werden. Dazu ist aber nötig, sowohl das Verursachen von Lärm als auch das sein Wahrnehmen als sinnbezogenen Sachverhalt oder Prozess anzusehen. Der durch menschliches Handeln verursachte Lärm zehrt seinen Sinn vom Sinn der vom Menschen ausgeübten Tätigkeit. Das Verstehen dieses Sinns und die Einstellung zu ihm hängt grundsätzlich von zwei zusammenhängenden Faktoren ab: Zum einen von der Möglichkeit, das lärmverursachende Handeln subjektiv als sinnvoll zu verstehen, d.h. als verständlich zu betrachten, und zum anderen von der Möglichkeit, diesen verstandenen (d.h. mit den erschlossenen Zielen und Absichten des Handelnden in Zusammenhang stehenden) Sinn zu teilen und als ein eigenes Ziel oder mit eigenen Zielen und Werten zusammenhängendes Ziel anzusehen.

Es sind also die schon erwähnten zwei Seiten, die es zu berücksichtigen gilt und die in einem engen Zusammenhang stehen: Die Seite des Generierens (Verursachens) und die Seite des Wahrnehmens. Das Neue und Entscheidende, worauf hier hingewiesen werden sollte, ist die genannte Sinnbezogenheit des Lärms bzw. des Lärmsverstehens.

Die wichtigste Schlussfolgerung aus der vorläufigen Kennzeichnung der Lärmproblematik lautet daher wie folgt: *Der Lärm (darunter auch der Verkehrslärm) ist als ein sinnbezogenes Phänomen zu betrachten.*

2.5 Typologie

Um den verkehrsbedingten Lärm richtig zu verorten und richtig zu verstehen, ist es nun notwendig, das Eigentümliche dieses Phänomens, sowohl was die Generierens- als auch Wahrnehmensseite angeht, in der Begrifflichkeit eines sinnverstehenden Ansatzes herauszuarbeiten. Dazu ist es nötig, das ganze Spektrum des Schallgenerierens und des Schallwahrnehmens als einen sinnbezogenen (bzw. durch Sinn vermittelten) Sachverhalt bzw. einen sinnbezogenen Prozess zu kennzeichnen.

Der vorgeschlagenen Typologie eines durch den Sinn vermittelten bzw. sinnbezogenen Schallgenerierens und Schallwahrnehmens liegt eine viertei-

lige Unterscheidung des sinnorientierten menschlichen Handelns und seines Verstehens zugrunde:

– Generieren von Schall bei einer individuellen (oder von einem Individuum ausgeübten) und einen individuellen Zweck verfolgenden Tätigkeit, wobei der entstehende Schall in einem direkten Zusammenhang mit dem bei dieser Tätigkeit verfolgten Zweck steht – auch wenn dieser Zweck nur darin bestehen sollte, dem Mutwillen des Handelnden den Ausdruck zu geben. Der Zweck kann für jemand anderen verständlich sein oder auch völlig unverständlich bleiben, d.h. von keiner Gruppe als ein von jener Gruppe verfolgter Zweck anerkannt werden, zugleich aber für ein anderes einzelnes Individuum als ein von ihm anerkannter bzw. geteilter Zweck gelten. (In der Tabelle B.1 unten die Ebene S-S/Sz; vergl. Beispiele in 4.2 Schopenhauer)
– Generieren von Schall bei einer Tätigkeit, die sowohl von einem Individuum als auch von einer Gruppe ausgeübt werden kann und die einen Zweck verfolgt, der durch Mitglieder der Gruppe geteilt ist. Der Zweck ist für die Gruppe verständlich und wird von ihr anerkannt. Der beim Verfolgen dieses Zwecks entstehende Schall wird dann als ein nötiger Bestandteil des Verfolgens des beabsichtigten Zwecks angesehen. Das Verfolgen dieses Zwecks, bei dem der Schall entsteht, wird als Verfolgen eines Zwecks angesehen, der von der Gruppe/Gemeinschaft und von jedem einzelnen Mitglied geteilt wird und auch als eigener Zweck anerkannt wird. (In der Tabelle B.1 unten die Ebene GlO-S/Sz; vgl. unten Beispiele in 4.3 Lessing)
– Verursachen von Geräuschen innerhalb funktional organisierter Systeme oder Systemeinheiten (eines Produktionssystems oder eines Verkehrssystems) durch die für das Funktionieren dieser Systeme nötigen Mittel (etwa Maschinen in den Fabriken oder Transportmittel im Verkehr). Mit dieser Lärm verursachenden Produktion oder diesem Lärm generierenden Verkehr wird von den Lärmwahrnehmenden noch subjektiv ein Sinn verbunden. (In der Tabelle unten die Ebene SyO-S/Sz; vgl. Beispiele: 4.4. Reymont-Singer)
– Verursachen von Geräuschen innerhalb funktional organisierter Systeme oder Systemeinheiten (eines Produktionssystems oder eines Verkehrssystems) durch die für das Funktionieren dieser Systeme nötigen Mittel (etwa Maschinen in den Fabriken oder Transportmittel im Verkehr). Mit dieser Lärm verursachenden Produktion oder diesem Lärm generierenden Verkehr wird jedoch von den Lärmwahrnehmenden subjektiv *kein* Sinn mehr verbunden. (In der Tabelle B.1 unten die Ebene SyO-O/Sz; vgl. Beispiele in 4.5. Verkehr und Moderne)

Die vier genannten Arten eines sinnbezogenen Schallgenerierens bzw. Geräuschverursachens zeichnen sich u.a. dadurch aus, dass sie jeweils einen anderen Träger haben. Im ersten Fall ist der Träger (der Verursacher) ein Individuum, im zweiten Fall – eine durch ein gemeinsames Sinnverständnis

gefestigte Gruppe/Gemeinschaft und im dritten ist der Träger die Gesellschaft (als ein zweckrational organisierter Zusammenhang) bzw. die Systeme und Subsysteme, die systemischen Imperativen folgen müssen. Könnte der erste Typ des Schallgenerierens und -wahrnehmens als ein Typ rein subjektiver Art bezeichnet werden, da der Sinn lediglich von einem Einzelnen oder von einigen Einzelnen geteilt wird, so dürfen wir im Fall der zweiten Art von Schallgenerieren und Schallwahrnehmen von einem objektiv-subjektiven Typ reden. Dieser Doppelcharakter ist darauf zurückzuführen, dass für den Einzelnen der Sinn einerseits als ein durch die Gruppe/Gemeinschaft geteilter Sinn einen „objektiven" Charakter hat, andererseits aber zugleich ein subjektiver, d.h. durch das jeweilige Individuum anerkannter und von ihm verfolgter Sinn ist. Der Sinn der Schall generierenden Tätigkeit und damit auch der Sinn des dabei entstehenden Schalls bleiben mit der Tätigkeit, die der Urheber des Schalls ausübt, und mit dem Zweck und den Werten, die der Wahrnehmende teilt, in einem Sinnzusammenhang. Der dritte Typ des Schallverursachens ist systemisch-objektiver Art, bei dem Schall ein unvermeidlicher Nebeneffekt einer durch funktionale Systeme bedingten Technik ist, bzw. aus organisatorisch-funktionalen Gründen nötig ist. In diesem Sinne ist er objektiv und zugleich von einem System und nicht von einer Gemeinschaft oder Gruppe verursacht. Zugleich ist aber dieses systemisch bzw. organisationsfunktional generierte Geräusch für die Wahrnehmenden mit einem subjektiven Sinn verbunden, da sie entweder in einem direkten Verhältnis zu diesem System oder zu dieser systemischen Einheit stehen oder eine sinnvermittelte Einstellung zu dieser Lärm verursachenden systemischen Einheit oder zu dem ganzen System (einem Produktions- oder einem Verkehrssystem) haben. Der vierte Typ unterscheidet sich von dem dritten nur dadurch, dass in diesem Fall auf der Seite des Wahrnehmens kein Subjekt (oder zumindest kaum ein Subjekt) anzutreffen ist, das mit dem durch Systeme induzierten und individuell vernommenen Geräusch einen subjektiven Sinn verbände (oder diesem Geräusch jegliche Sinnhaftigkeit abgesprochen hätte). Bei diesem vierten Typ haben wir es also mit der Situation zu tun, in der ein systemisch-objektiv induziertes Geräusch entsteht, aber nicht mittels eines subjektiven Sinns (oder seines Fehlens) vernommen, sondern einfach als belastendes Produkt funktionaler Systeme oder Systemeinheiten angesehen wird. Interessant dabei ist der paradoxe Umstand, dass die einzelnen Wahrnehmenden, die auf der anderen Seite an diesen Systemen teilnehmen oder mittels dieser Systeme ihre Bedürfnisse befriedigen lassen, diese Systeme (Transport, Verkehr) als etwas Fremdes und Belastendes betrachten. Zwar wird die Nützlichkeit (und im utilitaristischen Sinne verstandene Sinnhaftigkeit) nicht bestritten, aber diese zugegebene Sinnhaftigkeit steht in keinem Verhältnis zu subjektiv geteiltem Sinn.

Nun wird es möglich sein, anhand der durchgeführten Unterscheidungen eine Systematik der verschiedenen Aspekte des Lärmphänomens und Lärmproblems darzulegen.

2.6 Systematik

Tab. B.1:

Typen und Zusammenhänge objektiver bzw. subjektiver Art: (kausal/ sinnvermittelt)	**Lärm (Schallemission)**	
	Generieren (G)	**Wahrnehmen (W)**
O/K	Generieren von unhörbarem und unschädlichem Schall.	Kein Wahrnehmen, keine Reaktion und keine Gesundheitsschäden.
SS/Sz	Generieren von Schall bei einer individuellen und einen individuellen Zweck verfolgenden Tätigkeit.	Rein individuell oder idiosynkratisch bestimmtes Wahrnehmen.
GlOS/Sz	Generieren von Schall bei einer Tätigkeit, die einen Zweck verfolgt, der durch Mitglieder einer Gruppe oder einer Gemeinschaft geteilt ist und einem kulturell eingeübten Muster folgt (etwa Hochzeitsfeierlichkeiten, Sportveranstaltungen wie etwa Motorracing, Kirchengeläut oder religiöser Gesang von der Moschee).	Der Schall wird von den Mitgliedern der Gruppe anhand desselben kulturellen Musters verstanden. Es besteht hier ein durch den subjektiv geteilten Sinn vermitteltes Band zwischen Schallgenerieren und Schallwahrnehmen. Für die Mitglieder der Gruppe kann in diesem Fall von Lärm keine Rede sein. Als Lärm wird dieses Geräusch nur von Mitgliedern einer anderer Gruppe oder Gemeinschaft angesehen, die die Werte oder Zwecke der Geräusche verursachenden Gruppe nicht teilt.
SyOS/Sz	Schall wird generiert durch Aktivitäten, die eine Funktion innerhalb eines Systems haben (eines Produktionssystems oder eines Verkehrssystems).	Der entstehende Schall wird je nach dem Verhältnis, in welchem die jeweilige Person oder Gruppe zum gegebenen funktionalen System als Ganzem oder zu seinen einzelnen Äußerungsformen steht, entweder als akzeptables Geräusch oder aber als Lärm empfunden. Das Band, das im 19. sowie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts – zumindest für bestimmte Gruppen – zwischen dem durch funktionale Systeme (Produktions und Verkehrsysteme) verursachten Lärm und dem subjektiv bzw. gesellschaftlich geteilten Sinn noch bestand, wird der Tendenz nach immer lockerer. ▶

▶ **Typen und Zusammenhänge** objektiver bzw. subjektiver Art: (kausal/ sinnvermittelt)	**Lärm (Schallemission)**	
	Generieren (G)	**Wahrnehmen (W)**
SyOO/Sz	Schall wird generiert durch Aktivitäten, die eine Funktion innerhalb eines Systems haben oder ein Ergebnis des Funktionierens eines Systems ist (eines Produktionssystems oder eines Verkehrssystems). [Lärmgenerierender Verkehr ist unmittelbar durch systemische Imperative und Bedürfnisse (z.B. Nachtfrachtflugverkehr) und nur indirekt durch Bedürfnisse und Wertvorstellungen der einzelnen Mitglieder der Gesellschaft verursacht (die Bedürfnisse, die zum Teil auch von Systemen generiert werden, z.B. durch Billigflugangebote)].	Im Ergebnis dieses immer mehr zerrissenen Bandes zwischen objektivfunktionalem Sinn und dem mangelnden subjektiven Sinn haben wir auf der einen Seite (des Generierens) die Lärm verursachenden funktionalen Systeme mit ihren Produktionsplätzen und Verkehrslinien, auf der anderen (des Wahrnehmens) dagegen „die Betroffenen", die sich nicht als Teilhaber oder Nutznießer jener funktionalen Systeme ansehen. Bei einem Teil der Gesellschaft kann das zur (zumindest deklarierten) Ablehnung der Wirklichkeit der funktionalen Systeme führen (Beispiel: Jugendbewegung oder amerikanische Jugendbewegung der 60er Jahre), bei einem anderen, viel größerem – infolge der Demokratisierung der Massengesellschaft viel wichtigerem Teil als der Mehrheit zu vordemokratischen Zeiten – als Belastung empfunden werden, die nicht von uns getragen werden soll oder sogar niemandem zumutbar sei.
O/K	Rein technischakustischer Aspekte der Schallemision und ihrer Begrenzung.	Rein physiologischmedizinische Aspekte des Einwirkens auf den Organismus des Menschen.

Erläuterung zu den Akronymen:
O – objektiver Charakter; S – subjektiver Sinn; G – Generieren; W – Wahrnehmen; K – kausaler Zusammenhang; Sz – zwischen G und V besteht ein Sinnzusammenhang.
S–S – subjektiver Sinn beim Generieren und ein subjektiver Sinn beim Wahrnehmen.
GlO–S – gemeinschaftlich-objektiver Sinn beim Generieren und ein subjektiver Sinn beim Wahrnehmen.
SyO–S – systemisch-objektiver Sinn beim Generieren und ein subjektiver Sinn beim Wahrnehmen.
SyO–O – systemisch-objektiver Sinn beim Generieren; rein objektiver Charakter des Geräusches beim Wahrnehmen, d.h. mit dem Geräusch wird kein subjektiver Sinn verbunden.

3 Methodologischer Exkurs

Die oben aufgestellte Systematik trägt zwar allen grundsätzlichen Herangehensweisen zur Lärmproblematik Rechnung, allerdings wird in methodologischer Hinsicht implizit nur auf zwei grundsätzliche methodologische Ansätze Rücksicht genommen, von denen der eine, nämlich der analytisch-empirische für das naturwissenschaftliche Auffassen des Lärmphänomens besonders geeignet ist, der andere dagegen, der hermeneutisch-historische, für die Kulturwissenschaften.

Diese zwei Grundansätze schöpfen aber das Spektrum möglicher methodologischer Ansätze nicht aus. Man muss auch Ansätze systemtheoretischer Art, wie etwa eine Regulationstheorie oder die Systemtheorie selbst bzw. einen system-funktionalen oder einen system-strukturelleren Ansatz berücksichtigen, die für unser Erfassen und Verständnis der gegenwärtigen Wirklichkeit unstrittig von Bedeutung sind. Werden aber systemische Theorien einseitig angewendet und als das einzige Erkenntnismittel angesehen, dann werden die von ihnen gelieferten Erläuterungen den Menschen oder die Gesellschaft nur auf eine Art begreifen und das, was mit dem Menschen und in der Gesellschaft geschieht, nur auf eine Art erklären können. Bei solcher Einseitigkeit zeichnet sich dann eine nähere Verwandtschaft dieser methodologischen Ansätze mit dem empirisch-analytischen Ansatz deutlich ab – der erwähnte Wettbewerb zwischen den Grundansätzen (und damit auch zwischen den Konzepten des Menschen) wird anhand der Diskussionen innerhalb der psychologischen Untersuchungen zum Phänomen der lärmbedingten Belästigung veranschaulicht.

3.1 Empirisch-analytischer Ansatz

Es wird vorausgesetzt, dass der Gegenstandsbereich ein strukturiertes Ganzes bildet, innerhalb dessen invariante Beziehungen bestehen und alle Prozesse nach empirisch feststellbaren Gesetzen verlaufen. Die Aufgabe von Forschung und Wissenschaft ist, diese Gesetze zu entdecken. Das geschieht durch das Aufstellen von Gesetzeshypothesen, die dann an der Erfahrung auf ihre Triftigkeit hin kontrolliert werden. Nach mehrmaligen Vergleich der „vorausgesagten Ereignisse mit den tatsächlich beobachteten“ (Habermas 1982a, 21) kann man zu einer „ausreichend überprüfte(n) Theorie gelangen“, welche „allgemeine Sätze“ (d.h. Gesetze) (Habermas 1982a, 21) enthält

und uns dadurch erlaubt, „mit Hilfe von Randbedingungen, die einen vorliegenden Fall bestimmen, diesen Fall unter das Gesetz zu subsumieren und für die gegebene Lage eine Prognose zu stellen“ (Habermas 1982a, 21). Diese Leistung heißt dann eine „kausale Erklärung“, sofern das eine Moment, nämlich „die von Randbedingungen beschriebene Situation“, „Ursache“ und das andere, „das vorausgesagte Ereignis“, „Wirkung“ genannt wird (Habermas 1982a, 21). Aus dieser Prozedur rührt „die spezifische Leistung erfahrungswissenschaftlicher Theorien: sie gestatten bedingte Prognosen gegenständlicher oder vergegenständlichter Prozesse“ (Habermas 1982a, 21). Die Wissenschaftlichkeit dieses Verfahrens besteht also darin, dass „wir uns einer Theorie [...] zur Vorhersage eines Ereignisses bedienen“ können (Habermas 1982a, 21): Kausale Erklärung und bedingte Prognose sind die zwei Seiten ein und derselben Medaille.

Man fragt sich nun, wodurch sich der empirisch-analytische Ansatz auszeichnet. Zwei der wichtigsten Momente sind erstens die Äußerlichkeit des Forschers (sowie seiner Theorie und seiner Begrifflichkeit) im Verhältnis zum Forschungsgegenstand und zweitens die Möglichkeit sowie Forderung, anhand empirisch feststellbarer, d.h. empirisch messbarer Kausalzusammenhänge Gesetzmäßigkeiten und Aussagen zu formulieren, mit Hilfe derer zukünftige Zustände vorhersagbar wären.

Die Frage, die vor allem an die Vertreter der Idee einer Einheitswissenschaft *(Unified Science)* zu stellen ist, lautet: Ist das kausale Erklären das einzige mögliche und berechtigte wissenschaftliche Verfahren? Wird zugegeben, dass ein anderes Verfahren für die Sozial- und Geisteswissenschaften geeignet ist, dann muss dies auch ausgelegt werden, insbesondere muss die spezifische Leistung zum Vorschein kommen.

3.2 Hermeneutisch-historischer Ansatz

Zunächst muss zugegeben werden, dass es zumindest im Fall einiger diesem Bereich zugehörigen Wissenschaften gar nicht abwegig und unberechtigt ist, sie auch in einer Form zu betreiben, in der kausales Erklären ein legitimes Verfahren darstellt. Das gilt für bestimmte Formen etwa der Soziologie oder Psychologie. Es ist aber eher abwegig, auf diese Art und Weise Wissenschaftsgeschichte zu betreiben – hier handelt es sich nicht um ein Entschlüsseln empirisch messbarer Kausalzusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten, mit Hilfe derer der Verlauf der Ereignisse vorhersagbar wäre. Auch wenn bei bestimmten Gestalten der Geistes- und Sozialwissenschaften kausales Erklären begründeterweise zugelassen und erfolgreich angewendet wird, heißt das bei weitem nicht, dass dieses Verfahren das einzige legitime Verfahren sei und keiner Ergänzung durch ein sinnverstehendes Verfahren bedürfe.

Das Spezifische des sinnverstehenden Verfahrens hängt damit zusammen, dass das Forschungsobjekt keineswegs ein bloß messbarer Gegenstand, sondern ein Objekt ist, das sich in einer verstehenden Einstellung zu sich selbst

sowie zur Umwelt verhält. Dieses Verhalten kommt in symbolischen Äußerungen, d.h. vor allem in sprachlichen Äußerungen zum Ausdruck. Diese sprachlichen Äußerungen sind intersubjektiv verstehbar und gehören einer „symbolisch vorstrukturierten Wirklichkeit“ (Habermas 1982c, 547) an. Einerseits kommt in ihnen ein subjektives Erleben zum Ausdruck, andererseits gehören sie einer schon bestehenden überindividuellen und in diesem Sinne objektiven Wirklichkeit an. Daher kann sinnverstehendes Verfahren beides bedeuten: Begreifen subjektiver Erlebnisse sowie Verstehen intersubjektiver symbolischer Wirklichkeit.

Bei der Erforschung eines derartigen Objektes muss man also einerseits auf die Begrifflichkeit zurückgreifen, die von den Handelnden selbst benutzt wird. Mit anderen Worten: Die Handelnden formulieren eine gewisse Auslegung ihrer Lage, ihrer Erlebnisse, auf die die wissenschaftliche Begrifflichkeit zurückgreifen muss. Die Erlebnisse der Betroffenen werden in bestimmten Urteilen zum Ausdruck gebracht. Andererseits sind diese Urteile nicht nur Ausdruck subjektiver Erlebnisse, sondern in ihnen kommt ein Verständnis der Epoche und ein Selbstverständnis der Sprechenden selbst zum Ausdruck, also ein Sinnzusammenhang. Um also Urteile etwa über subjektive Belästigungserfahrungen angemessen verstehen zu können, muss man auf die zivilisatorische Wirklichkeit rekurrieren und den sinnhaften Zusammenhang ergreifen oder genauer gesagt: verstehen.

3.3 Formen psychologischer Untersuchungen zur Lärmwirkung bzw. zu durch Lärm verursachter Belastung und Belästigung: Von einem empirisch-analytischen zu einem sinnverstehenden Ansatz

Einer gleichermaßen ausführlichen wie aufschlussreichen und in methodologisch-philosophischer Hinsicht vorzüglichen Studie von Hans-Georg Bosshardt (Bosshardt 1988) folgend, kann anhand einer komprimierten Charakteristik von vier theoretischen Ansätzen innerhalb der psychophysischen und psychologischen bzw. umweltpsychologischen Lärmforschung sowie einer Analyse der jeweiligen relativen Geltung der vorgelegten Erkenntnisse ein Ausblick auf die eben kurz dargestellte sinnverstehende Herangehensweise bei der Erörterung des Problems lärmverursachter Belastung und Belästigung eröffnet werden. Diese vier Theorieansätze sind: psychophysischer Ansatz, Moderatorenkonzept der Belästigungswirkung (als Erweiterung des psychophysischen Ansatzes), regulationstheoretischer Ansatz und ein phänomenologisch-begriffsanalytischer Ansatz – letztere Bezeichnung für einen Ansatz (Bosshardt 1988), der als eine methodologische Übergangsstufe zwischen einem psychologischen und dem sinnverstehenden Ansatz gelten darf. Jeder dieser Theorieansätze kann als eine Stufe in einer aufsteigenden Reihe von Versuchen angesehen werden, dem Belästi-

gungsphänomen immer näher zu kommen und gerecht zu werden. Daraus folgt also, dass der sinnverstehende Ansatz als die Endstufe dieser Annäherungen angesehen werden soll; als eine möglichst gute Annäherung an das Verstehen der zwar immer individuell erlebten verkehrslärmverursachten Belästigung, die aber auch historisch gesehen ein gesellschaftlich signifikantes Phänomen darstellt.

3.3.1 Psychophysischer Ansatz

Bei diesem Ansatz geht man von der Voraussetzung aus, dass zwischen dem Ausmaß subjektiver Belästigung und physikalischen Parametern des Schalls eine Abhängigkeit besteht. Es wird angenommen, dass den physikalischen Reizgrößen eine bestimmte Empfindung auf der Seite des Empfängers entspricht. Diese Beziehung zwischen den physikalischen Größen und der subjektiven Belästigung, also den Empfindungsgrößen, ist zu ermitteln und soll in Form einer Funktion darstellbar sein. Durch Identifizieren einer solchen Belästigungsfunktion (oder mehrerer solcher Funktionen) erübrigt sich ein mühsames und kompliziertes „Messen" solcher subjektiven Größen wie Lautheit oder Belästigung; kann eine solche Funktion ermittelt werden, dann wird es möglich, das Ausmaß subjektiver Belästigung in einer „objektivierenden Einstellung" festzustellen, d.h. ohne den Belästigten zu befragen.

Diese Art des Vorgehens bei der Lärmforschung ist eindeutig einem empirisch-analytischen Ansatz verpflichtet. Das, was man hier identifizieren und messen will, ist die Lärmbelästigung, also eine Größe, die ohne Zweifel als das gelten muss, was durch ein Subjekt erlebt wird und insofern eine subjektive Größe, ein subjektives Phänomen darstellt. Gegenüber der unterstellten Möglichkeit, diese subjektive Größe in einer objektivierenden (und nicht etwa in einer verstehenden) Einstellung zu ermitteln, erheben sich grundsätzliche Zweifel. Anhand kritischer Analysen psychophysischer Untersuchungen kommt man zu der Schlussfolgerung (vgl. Bosshardt 1988, 19–23), dass die grundsätzliche Annahme und die grundlegende Überzeugung dieses Ansatzes nur eingeschränkt gelten können. Sowohl die Annahme, dass „jeder physikalischen Größe (Lautstärke, Frequenz, spektrale Zusammensetzung etc.) eine bestimmte Empfindungsgröße (Belästigung, Lautstärke, Tonhöhe, Klangeindruck etc.) entspricht" (Bosshardt 1988, 19 f.), als auch die Überzeugung, „dass es [...] zwischen den physikalischen und den Empfindungsgrößen [gesetzmäßige Beziehungen] gibt" (Bosshardt 1988, 20), gelten lediglich unter einer besonderen einschränkenden Bedingung, nämlich „*unter der einschränkenden Bedingung konstanter Bedeutung des Geräusches*" (Bosshardt 1988, 22). Die Möglichkeit, das durch bestimmte Geräusche hervorgerufene Ausmaß an Belästigung zu berechnen und vorherzusagen, ist im Grunde nur dann gegeben, wenn diese Geräusche unter dieselbe „Bedeutung" oder dieselbe „kognitive Kategorie" subsumierbar sind (etwa unter eine der folgenden Kategorien: Autolärm, Baulärm, Fluglärm, Gewerbelärm usw.). Daraus ist zu schließen, dass es eben diese „Bedeutung" ist, was die Lärmempfindung im wesentlichen Grad mit bestimmt.

Die Schwäche des psychophysischen Ansatzes hängt wohl auch damit zusammen, dass es sich bei diesem Ansatz um ein Lärmforschungskonzept handelt, das im Grunde nicht auf das Belästigungsphänomen und -problem konzentriert ist, sondern ein breiteres Spektrum der durch Lärm hervorgerufenen Effekte untersucht, die Lärmwirkungsbereiche genannt werden. Als Lärmwirkungsbereiche gelten unterschiedliche Störungen (der Kommunikation, des Schlafes usw.), Beeinträchtigungen (der Erholung, der Ruhe, des psychischen Wohlbefindens, des Leistungsvermögens usw.) und Schädigungen (die auf starke Lärmbelastungen zurückzuführen sind) (s. o. Kapitel C) – die durch Lärm verursachte subjektive Belästigung gilt in diesem Zusammenhang als einer der Lärmwirkungsbereiche. Dadurch wird Belästigung einerseits den anderen Lärmwirkungsbereichen angeglichen, andererseits aber kommt diesem Lärmwirkungsbereich eine besondere Bedeutung zu. Der Grund dafür liegt darin, dass die subjektive Belästigung eine Beeinträchtigung ist, die – im Unterschied zu auralen und extraauralen Gesundheitsschäden – unmittelbar feststellbar ist und zugleich als ein Vorzeichen mancher erst später zum Vorschein kommender gravierender Schäden oder schwerwiegender Beeinträchtigungen gelten kann. Man berücksichtigt also schon, dass Belästigung etwas Besonderes ist, versucht aber dieses Phänomen, diese „subjektive Größe“ auf eine Weise zu analysieren, die dem Spezifischen an diesem Phänomen nicht Rechnung tragen kann.

Das Spezifische an diesem Phänomen kommt in der von Bosshardt angeführten folgenden Erläuterung des Terminus Belästigung zum Ausdruck: „Als Belästigung werden hier alle Minderungen subjektiven Wohlbefindens und alle bewusst registrierten Beeinträchtigungen bezeichnet, die vom Betroffenen auf Lärm als Ursache zurückgeführt werden“ (Bosshardt 1988, 18). Die angegebene Bezeichnung ist hinreichend allgemein, um verschiedene Erlebnisse einzubeziehen, und weist auch darauf hin, dass der Betroffene sich dieses Erlebnisses des Belästigtseins oder Beeinträchtigtwerdens bewusst sein muss und dessen Ursache im Lärm sieht. Diese Kennzeichnung weist eindeutig darauf hin, dass Belästigung nicht nur ein subjektives Erlebnis ist, sondern als dieses Erlebnis auch verstanden wird, und zwar sowohl von dem Betroffenen selbst als auch von einem anderen, dem der Zugang zu dem subjektiven Erlebnis des Betroffenen – unabhängig davon, ob der andere als Forscher, als Gesprächspartner, als Mitbürger oder in einer beliebigen sonstigen Rolle auftritt – lediglich in einer verstehenden Einstellung gewährleistet werden kann.

Im Rahmen experimenteller Lärmforschung sowie der Lärmfeldstudien werden unterschiedliche Belästigungskonzepte formuliert und angewendet (vgl. Guski, Felscher-Suhr/Schuemer 1999) – der grundsätzliche Mangel der verwendeten Konzepte besteht aber darin, dass die Rolle der Geräuschbedeutung für Belästigungserlebnis und -verstehen unklar bleibt oder unterschätzt bzw. auf nur einen Aspekt eingeschränkt wird. Eine kritische Betrachtung anderer Konzepte der Lärmbelästigung wird ihre Beschränktheit und Unzulänglichkeit weiter verdeutlichen.

3.3.2 Moderatorenkonzept

Dieser theoretische Ansatz kann als ein Versuch verstanden werden, die Belästigung durch Bezug auf außerakustische Faktoren zu erläutern; anders als dies der psychophysische Ansatz durch seinen Bezug auf physikalische Schallmerkmale vorsieht. Das Konzept der Moderatorvariablen soll eine wissenschaftliche Erläuterung des wissenschaftlichen Verständnisses von „Bedeutung von Geräuschen" zu liefern. Der Hinweis auf den „wissenschaftlichen" Ehrgeiz des Moderatorvariablenkonzepts hat damit zu tun, dass das Moderatorenkonzept dem Belästigungsphänomen zwar anhand von Belästigungsurteilen nachgehen will, im Rahmen dieses Ansatzes aber die „Bedeutung des Geräusches" oder genauer gesagt: die interindividuell unterschiedlichen Bedeutungskonstruktionen als eine der Variablen innerhalb einer Kausalrelation begriffen werden – womit sich unversehens eine gewisse Ähnlichkeit mit dem psychophysischen Ansatz zeigt. Sobald nämlich diese Kausalrelation ermittelt wird, so zumindest die Erwartungen der Befürworter dieses Ansatzes, können die Bedeutungskonstruktionen und mithin Reaktionen einzelner Betroffener besser vorhergesagt werden. Diese Vorhersage wird dadurch ermöglicht, dass man eine zusätzliche Variable berücksichtigt, nämlich die, die in eine Stimuli-Response-Relation moderierend eingreift. Diese eingreifende Variable will man aber eher nach dem Muster eines individuell und mithin unsystematisch vorkommenden Faktors begreifen, der innerhalb streng naturwissenschaftlich verfahrender Forschung als ein unsystematischer Fehler erscheint. Aus dieser Perspektive wird er als ein Faktor erklärt, mit dem nur die Psychologie umgehen kann, da sie aus dieser naturwissenschaftlichen Perspektive als jene Wissenschaft erscheint, die individuelle Erlebnisse, Erfahrungen und Bedeutungen erforscht und damit insbesondere Aussagen über das Individuum macht.

Im Rahmen des diskutierten Ansatzes geht man davon aus, dass die Menschen sich unterscheiden, sowohl was ihre Einstellungen, Bewertungsskala, Lärmresistenz als auch ihren sozioökonomischen Status und die dadurch bedingten Handlungsspielräume bzw. -möglichkeiten betrifft. Die grundsätzliche Annahme des Moderatorenansatzes besagt, dass die „Bedeutung des Geräusches" jeweils individuell und daher jeweils unterschiedlich konstituiert wird. Ob und inwiefern diese Annahme zutreffend ist, ist kritisch zu prüfen. Man fragt sich zunächst, ob so etwas wie Bedeutung überhaupt individuell konstituierbar ist – was eher zu bezweifeln ist: Bedeutung ebenso wie Sinn ist nur intersubjektiv konstituierbar. Ebenso wenig wie private Regeln (vgl. Wittgensteins berühmte Argumentation für die Unmöglichkeit einer Privatsprache) kann es auch private Bedeutungs- bzw. Sinnkonstruktionen geben. Bedeutung ist etwas, was intersubjektiv verstehbar sein muss und deshalb auch nur intersubjektiv konstituierbar ist.

Sehen wir aber von dieser von außen her geübten Kritik ab und folgen den immanent aufzudeckenden Mängeln und Problemen des Moderator-

konzepts der Belästigungswirkung. In den großen Fluglärm-Feldstudien sowie experimentellen Untersuchungen (vgl. in diesem Band C.4.2 Lärmbelästigung) wurden als mögliche Moderatoren folgende Faktoren genannt oder berücksichtigt: Lärmempfindlichkeit, Lärmbewältigungsvermögen, soziodemographische Variablen wie Geschlecht, Bildung und Wohnstatus, Einstellungen (gegenüber dem Verursacher) und Überzeugungen (etwa von der Schädlichkeit der Lärmwirkung), emotionale Labilität etc. Von den Kandidaten für Moderatoren wird in formaler Hinsicht gefordert, dass sie „zwei Bedingungen genügen: Sie sollen unabhängig von physikalischen Merkmalen variieren, und sie sollen Auswirkungen von Geräuschen vorherzusagen gestatten" (Bosshardt 1988, 26). Man erwartet, dass es durch den Bezug auf Moderatorvariablen gelingt, ein im Rahmen des psychophysischen Ansatzes unerklärbares Phänomen aufzuklären, nämlich das rätselhafte Phänomen regelhaft beobachtbarer interindividueller Unterschiede in den Reaktionen auf physikalisch-akustisch identische Geräusche.

Dem diskutierten Ansatz ist ein Erklärungspotential kaum abzusprechen. Man stellt fest, dass sich in den durchgeführten Studien ein Drittel der Variabilität der Gestörtheit tatsächlich durch Moderatoren erklären ließ (vgl. in diesem Band C.4.2 Lärmbelästigung). Es ist aber auch darauf zu achten, dass sich „im allgemeinen als die wirksamsten Moderatoren" jene Variablen erwiesen haben, die in einem „direkte[n] thematischen Bezug zum Lärm (Einstellungen zur Lärmquelle, zu Lärmfolgen und das subjektive Lärmbewältigungsvermögen)" stehen (Bosshardt 1988, 26). Das kann als ein Hinweis darauf verstanden werden, dass eben die Bedeutung von Lärm für das Erlebnis der Belästigung grundlegend ist.

Gleichwohl darf man aber wesentliche Bedenken methodischer Art gegen das Moderatorenkonzept der Belästigungswirkung nicht aus dem Auge verlieren. Grundsätzliche Probleme des Moderatorkonzepts bestehen, nach der Meinung Boshardts, „im wesentlichen darin [...], dass in diesem Ansatz begriffliche Beziehungen kausal mißinterpretiert werden" (Bosshardt 1988 , 27). Problematisch sind nämlich die beiden wesentlichen Voraussetzungen des Moderatorkonzepts (vgl. die von Bosshardt einbezogenen Analysen und Kritiken anderer Autoren: Alexandre 1976; Opp/Schmidt 1976; Finke/Guski/Rohrmann/Rohrmann 1980; Laucken 1984; Lazarus/Folkman 1984): Erstens wird vorausgesetzt, dass die untersuchten Variablen (von denen die einen den Moderatorvariablen, die anderen den subjektiven Reaktionsvariablen zugerechnet werden sollen) in asymmetrischen Kausalrelationen zueinander stehen; darüber hinaus wird es aus nachvollziehbaren methodischen Gründen ausgeschlossen, dass es zwischen den Variablen irgendwelche Interdependenzen geben könnte. Die zweite Voraussetzung betrifft die Methode der Erschließung der asymmetrischen Kausalrelationen. Diese Relationen werden nämlich „aus Kovariationen zwischen den Variablen und aus der zeitlichen Relation zwischen Ursache- und nachfolgender Wirkungsvariablen erschlossen" (Bosshardt 1988, 27). Da es aber bei manchen Variablen, die kei-

nesfalls einen eindeutig exogenen Status haben (wie etwa Geschlecht, Alter oder die Geräuschintensität), kaum möglich ist, jenen „Zeitpunkt" eindeutig zu bestimmen, „zu dem die Ausprägung der betreffenden Variablen determiniert wurde [...], wird die zeitliche Relation [...] durch Plausibilitätsannahmen über kausale Determination [ergänzt]" (Bosshardt 1988, 27).

Bosshardt erhebt, die Ergebnisse der Analysen anderer Autoren zusammenfassend, drei grundsätzliche Bedenken gegen das Moderatorenkonzept der Belästigungswirkung. Der erste Einwand zielt darauf, dass es in bestimmten Fällen kaum möglich ist, eindeutig zu entscheiden, welche von zwei alternativen Kausalrelationen tatsächlich in dem konkreten Fall am Werk ist. Nehmen wir zwei mögliche Kausalketten (Abb.B.1):

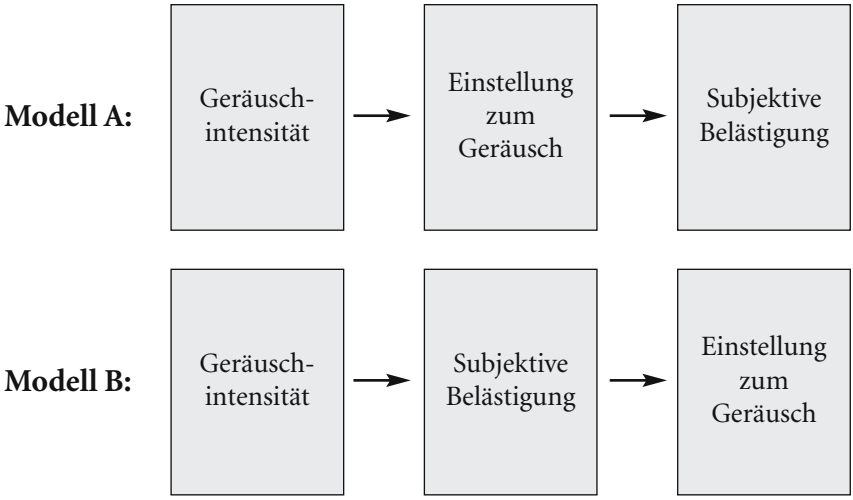


Abb. B.1: Zwei hypothetische Kausalmodelle der Lärmwirkung (nach Bosshardt, 28)

In einer Reanalyse der Daten aus einer Fluglärmfeldstudie hatte Alexandre (Alexandre 1976; nach Bosshardt 1988, 27f.) zeigen können, dass sich anhand der ermittelten Daten sowohl die eine als auch die andere von zwei möglichen Kausalketten bewähren ließ: In beiden Kausalketten ist die exogene Variable die Geräuschintensität, wohingegen jede der beiden weiteren Variablen – „Einstellung zum Geräusch" und „subjektive Belästigung" – sowohl als Moderatorvariable als auch als Reaktionsvariable fungieren könnte. Durch Anwendung bestimmter und dazu geeigneter Techniken (der partiellen Korrelationstechnik) ist es nicht gelungen, zwischen beiden Möglichkeiten eindeutig zu entscheiden. Diese Unentscheidbarkeit lässt zugleich an der Annahme asymmetrischer Kausalrelationen zwischen Moderatorvariablen und Kausalvariablen zweifeln.

Auch andere Befunde lassen Zweifel an dieser Annahme zu. Eine der wichtigsten Voraussetzungen, die den bei Fluglärmfeldstudien angewandten

Kausalmodellen der Lärmwirkung zugrunde liegt, ist die so genannte Rekursivitätsvoraussetzung. Nach dieser Voraussetzung ist es ausgeschlossen, dass „die jeweiligen Wirkungen weder direkt noch indirekt auf ihre Ursache zurückwirken" könnten (Bosshardt 1988, 28). Diese Annahme ist nach Bosshardt zwar methodisch (bei weitem aber nicht theoretisch) begründet, aber hinsichtlich des untersuchten Gegenstandes, d.h. der „subjektiven Belästigung", unangemessen. Schon nach unserem intuitiven Vorverständnis, so meint Bosshard, sei es eher fraglich, ob Variablen, die typischerweise als Moderatorvariablen angesprochen werden, wie Lärmbewältigungsfähigkeit oder die Robustheit gegenüber dem Lärm, als exogene Variablen gelten können. Schließlich wende man etwas voreilig ein Kausalmodell auf Relationen an, die anderer Natur sind. Die Moderatorvariablen sowie die Reaktionsvariablen werden durch ein bestimmtes Verfahren ermittelt, nämlich durch Analyse von Antworten auf bestimmte Fragen. Die Fragen (und die Antworten), mittels derer Moderatorvariablen ermittelt werden, sind aber anderer Art als die Fragen (und Antworten), anhand derer subjektive Reaktionsvariablen ermittelt werden. Im ersten Fall handelt es sich um Fragen und Antworten *allgemeiner* Art (etwa: „Ich kann mich gegen Lärm gut schützen"), im anderen dagegen um „Fragen nach der Verärgerung über *spezielle* Lärmquellen oder nach der *Störung* bestimmter Aktivitäten durch diesen speziellen Lärm" (Bosshardt 1988, 29). Die Zusammenhänge zwischen diesen beiden Arten von Aussagen sind eher nach der Vorstellung eines Verweisungszusammenhangs, nicht aber als Ursache-Wirkungs-Relation zu konzipieren. In dem Moderatorenkonzept werden voreilig die Antworten auf die Fragen nach der eigenen Robustheit gegenüber dem Lärm oder die Lärmbewältigungsfähigkeit zu einer Ursachevariable stilisiert; die Antworten auf die speziellen Fragen werden dagegen als Reaktionsvariablen stilisiert. Werden aber die genannten (und unbestrittenen) Zusammenhänge als Verweisungszusammenhang begriffen und wird mithin die Aufmerksamkeit auch auf „die konzeptuellen Grundlagen alltagssprachlich formulierter Belästigungsurteile" (Bosshardt, 29) gelenkt, dann werden wir auch eines normativen Überschusses bei der Belästigungsfeststellung gewahr – nämlich, dass etwas, was jemanden belästigt, von ihm auch bewertet wird, und zwar dahin gehend, dass „die Situation eigentlich anders beschaffen sein sollte" (Bosshardt, 29). Die Relationen zwischen dem, was man Moderatoren, und dem, was man Lärmwirkungen nennt, sollten nicht nach dem (analytisch-empirischen) Vorbild einer asymmetrischen Kausalrelation, sondern als Sinnzusammenhang konzipiert werden.

Neben diesen Bedenken methodischer Art gegen das Moderatorenkonzept werden noch theoretische Bedenken erhoben. Von der Position eines regulationstheoretischen Ansatzes aus werden Bedenken gegen eine statische Auffassung von Lärmwirkungen erhoben. Die Rekursivitätsvoraussetzung sowie die einfache Ursache-Wirkungs-Annahme sind aus der Perspektive eines Regulationsmodells unhaltbar. Statt von einer Lärmwirkung sollten

wir von Lärmbewältigungsprozessen, von Lärmverarbeitung sprechen. Die grundlegende Annahme dieses Lärmverarbeitungsmodells besagt, „daß zeitlich später ausgeführte[] Prozessstufen der Lärmverarbeitung auf die vorangegangenen Stufen rückgekoppelt sind“ (Bosshardt, 30). Ein theoretischer Ansatz, der das Rückkoppelungsphänomen berücksichtigt, kann dem Belästigungsphänomen allem Anschein nach besser Rechnung tragen als ein Moderatorenkonzept.

Inwieweit das regulationstheoretische Modell dem Belästigungsproblem und -phänomen tatsächlich Rechnung tragen kann, darf im Moment ausgespart bleiben. Wichtig in unserem Zusammenhang ist aber eine Erkenntnis, die uns erst dank der Regulationstheorie zuteil werden konnte. Mit Bezug auf Rückkoppelungsprozesse kann nämlich erklärt werden, wie etwas zunächst Geringfügiges zu etwas besonders Wichtigem oder besonders Störendem wird („aus einer Mücke ein Elefant wird“). Im Rahmen dieses alternativen Ansatzes kann auch ein in unserem Zusammenhang wichtiges und interessantes Phänomen erklärt werden, nämlich die Anpassung der Emotionen an die geltenden gesellschaftlichen Normen. Auf dieser Basis wird ein interessantes Phänomen verstehbar, dass nämlich einige Sachverhalte erst dann als belästigend erfahren werden, wenn eine Norm zur Geltung gelangt, die diese Sachverhalte oder Zustände als normwidrig erklärt. Werden also schärfere Lärmnormen eingeführt, kann die Zahl der Belästigten wachsen.

3.3.3 Regulationstheoretischer Ansatz

Einige Schwächen und Schwierigkeiten des Moderatorenkonzepts werden durch ein Lärmwirkungskonzept behoben, das einer transaktionalen Stresstheorie verpflichtet ist und das zwei Annahmen zugrunde legt: eine Transaktions- und eine Regulationsannahme. Dieses Lärmwirkungskonzept liefert, so Bosshardt zusammenfassend, Belege dafür [...], daß die Auswirkungen von Lärm von der perzipierten Störwirkung des Lärms abhängen. Gemäß der transaktionalen Streßtheorie ist die Bedeutung von Geräuschen (wie von Reizen allgemein) das Resultat motivabhängiger Situationseinschätzungen und -erwartungen. Die Bedeutung von Geräuschen stellt das Endergebnis einer Abfolge von Lärmverarbeitungs*prozessen* dar, in denen nachgeordnete Prozeßstufen der Verarbeitung (sekundäre Einschätzung) auf vorgeordnete Stufen (primäre Einschätzung) regulativ zurückwirken können (Bosshardt 1988, 38).

Zwar leuchtet intuitiv sofort ein, dass Lärm mit Stress in Zusammenhang steht und Auslöser von Stress sein kann. Das aber ist eher eine Binsenweisheit. Das transaktionale Stresskonzept, dem systemtheoretische Annahmen zugrunde liegen, besagt aber viel mehr und enthüllt neue Aspekte, die für die Lärmwirkungsforschung von Belang sein können. Im Rahmen regulationstheoretischer Ansätze wird Stress als ein Konzept aufgefasst, das sich darauf bezieht, was infolge von Anpassungsproblemen und -prozessen in einem System sowie in der Beziehung zwischen ihm und seiner Umgebung geschieht. Stress wird also systemtheoretisch aufgefasst, d.h.: Man setzt auf

der einen Seite ein System voraus, das seinen eigenen Imperativen und dem Selbsterhaltungsprinzip Folge leistet; auf der anderen Seite steht eine Umgebung. Für das Funktionieren des Systems und die Verwirklichung eigener Imperative ist es aber notwendig, dass die Umweltbedingungen bestimmten Sollwerten entsprechen. Der regulationstheoretische Ansatz zeichnet sich dadurch aus, dass Relationen zwischen System und Umgebung nicht nach dem Muster einer linearen Ursache-Wirkung-Kausalrelation aufgefasst werden, sondern als regulative Prozesse: Die Abweichung der Umweltbedingungen von geforderten Sollwerten löst bestimmte gegenregulative Anpassungs- und Bewältigungsprozesse aus. Für das Lärmwirkungsproblem bedeutet das, dass unsere Bewertung von Geräuschen und die Bedeutung, die wir ihnen verleihen, sowie ihre störende Wirkung von mehreren Faktoren, Prozessen und ihren Wechselwirkungen abhängen, wodurch es auch beinahe keine Möglichkeit gibt, irgendetwas voraussagen zu können.

Das Neue, Interessante und Aufschlussreiche an dem diskutierten Konzept findet seinen Ausdruck in zwei Annahmen: in der Transaktions- und Regulationsannahme. Die Transaktionsannahme besagt, dass unsere Emotionen und unsere durch diese Emotionen bedingten Bewertungen bzw. Einschätzungen in einem engen Zusammenhang mit unseren Handlungen stehen oder genauer gesagt: Es sind also unsere Handlungen, Handlungsziele und Handlungsmotive, die bestimmte Forderungen an die Umgebungsbedingungen stellen, d.h. Sollwerte der Umgebungsbedingungen bestimmen sich aus Zielen, Motiven und Aktivitäten des Handelnden heraus. Diese Einschätzung der Umwelt unter dem Gesichtspunkt der Handlungsziele und Motive des Handelnden hat Prozesscharakter. Es kann nach Lazarus, dem Autor der hier grob skizzierten Stresstheorie (Lazarus/Folkman 1984), von zwei Phasen oder Stufen gesprochen werden. In der ersten Phase – der primären Situationseinschätzung – wird vom Handelnden die Situation unter dem Gesichtspunkt seines Wohlergehens beurteilt. Diese Einschätzung, besonders wenn die Situation als „stressful", bedrohend oder belastend eingeschätzt wird, wirkt auf den Handelnden zurück, indem sich als Transaktionsresultat „Verletzung, Verlust, Gefahr oder Herausforderung" (Bosshardt, 35) ergibt. In der zweiten Phase – der sekundären Situationsabschätzung – werden dagegen die eigenen, in der gerade als belastend eingeschätzten Situation bestehenden Bewältigungsmöglichkeiten zum Gegenstand der Einschätzung. Die in der zweiten Phase vorgenommene Bewertung der eigenen Bewältigungsmöglichkeiten scheint sogar eine „wichtige[re] Determinante der Wirkung von Bedrohungen" zu sein als „die Bedrohungssituation selbst" (Bosshardt 1988, 35). Diese Bewältigung, von der gerade die Rede ist, ist eben nichts anderes als ein Regulationsprozess. Diese Bewältigungsprozesse können gegenläufig vonstatten gehen: Auf dem einen Weg handle es sich darum, die bedrohende Umgebung zu zähmen (oder zu kontrollieren bzw. zu beherrschen) und dadurch die Bedrohung zu mindern; auf dem anderen Weg hingegen würde die Bedrohung durch intrapsychische Bewältigungs-

prozesse oder durch Anpassung eigener Bedürfnisse und Motive an die Umgebungsbedingungen geringfügiger gemacht. Aufgrund solcher intrapsychischer Bewältigungshandlungen kommt es zu einer erneuten Einschätzung der Situation; insofern kann bezüglich dieses theoretischen Ansatzes von einer einseitigen Verursachung oder Bedingtheit keine Rede sein – Situationsbewertungen können interne Bewältigungsbemühungen ebenso gut veranlassen, wie von ihnen veranlasst werden.

Auf die Lärmforschung angewandt besagt dieses Konzept, dass die Wirkung von Geräuschen, zumindest bei einer Intensität, die unter einem kritischen Wert liegt, situationsabhängig ist. Das hängt damit zusammen, dass Geräusche nicht als Reiz angesehen werden, der eine bestimmte Reaktion auslöst, sondern als Auslöser eines Prozesses, und zwar eines kognitiven Prozesses, der in die jeweilige Situation eingebettet ist.

Trotz eines unbestrittenen Erkenntnisgewinns lässt dieser Ansatz einige wichtige Aspekte außer Acht. Es wird zunächst angenommen, dass die Wirkung – etwa des Umgebungslärms – bedingt ist durch die Einschätzung, die Bewertung der Bedrohlichkeit sowie durch die der lärmbringenden Situation beigemessene Bedeutung. Diese Bedeutung der Situation und ihre Einschätzung wird aber, so das transaktionale Lärmverarbeitungskonzept, ursprünglich (und lediglich) aus dem Blickwinkel des Handelnden konzipiert und begriffen. Dies scheint in gewisser Hinsicht berechtigt zu sein – zugleich aber kommt mit dieser Annahme eine gewisse Begrenztheit dieses theoretischen Ansatzes zum Vorschein, die erklärungsbedürftig ist. Eine gewisse Begrenztheit des transaktionalen Lärmverarbeitungskonzepts besteht darin, dass im Rahmen dieses Ansatzes überhaupt nicht ins Spiel kommt, dass der Umgebung (mit ihrem lärmverursachenden Element) eine Bedeutung bzw. ein Sinn zukommen könnte, die/der unabhängig von Handlungszielen und Motiven des Handelnden wäre. Einerseits scheint das ein Anzeichnen einer gewissen Blindheit dieses Ansatzes zu sein, andererseits aber ist dies zugleich keine Blindheit. Denn in der Annahme, dass der Ausgangspunkt der Handelnde mit den von ihm selbst gesetzten Zielen bilden soll, kommt bloß der gegenwärtige Zustand, die jetzige Wirklichkeit, d.h. auch das jetzige Selbstverständnis des Menschen und seine Einstellung zur Umgebung, zur Umwelt (mit ihren lärmverursachenden Bestandteilen) zum Ausdruck. Besonders im Zusammenhang mit dem verkehrsverursachten Lärm scheint diese Annahme völlig triftig zu sein: Der jetzige Mensch in der modernen und liberal-demokratisch verfassten Gesellschaft darf die Umgebung (mit ihren lärmverursachenden Bestandteilen) vom Standpunkt eigener Ziele und Motive betrachten, und das heißt: vor allem als eine Störsituation ansehen. Diese Einstellung zur Umgebung hat zwar einen kognitiven Charakter und ist letztendlich als Ergebnis eines (Lärmverarbeitungs-)Prozesses anzusehen, d.h. die lärmverursachenden Einheiten (Autobahnen, Flughäfen usw.) müssen auch als bestimmte Sinngebilde angesehen werden – jedoch wird dieser Umgebung ihre Wahrnehmung durch die Bezogenheit auf aktu-

elle Tätigkeitsorientierungen und Handlungsziele des Subjekts verliehen. Obwohl also jenes Element der Umgebung einen kognitiv einsehbaren Sinn hat, fällt der Vorrang gleichwohl nicht dem objektiven Sinn jenes Sinngebildes zu, also nicht dem Sinn, der ihm aufgrund seiner Rolle für das Funktionieren der Gesellschaft im Ganzen ebenso wie für das Abwickeln subjektiver Ziele der einzelnen Handelnden zukommt. Sondern der Vorrang fällt jenem subjektiven und situationsbedingten Sinn zu, den der Handelnde gerade mit seiner jeweiligen Tätigkeit verbindet. Der kognitiv sogar einsehbare objektive Sinn (des Verkehrs) steht in der jeweiligen Handlungssituation in keinem Zusammenhang mit dem subjektiven Sinn, der von dem Handelnden selbst, ohne jeglichen Bezug auf einen objektiven Sinn jenes Sinngebildes (etwa des Verkehrs) gestiftet wird und eben dadurch Relevanz erlangt. Im Hinblick darauf kann von einem zerrissenen Sinnband (s. unten) oder mit Eduard Spranger von einer Kluft die Rede sein, die „zwischen den überindividuell bedeutsamen Sinngebilden der Kultur und den jeweils lebenden Kultursubjekten" (Spranger 1926, 35) entsteht.

Die eben ausgeführte Kritik an der regulationstheoretischen Auffassung und Erklärung der Lärmwirkung wurde vom Standpunkt eines sinnverstehenden Ansatzes aus durchgeführt. Es werden aber auch Bedenken aus der Sicht des von Bosshardt entwickelten phänomenologisch-begriffsanalytischen Ansatzes erhoben. Es ist angebracht, kurz auch auf diese Bedenken einzugehen, da diese Kritik weitgehende Gemeinsamkeiten mit der oben skizzierten Kritik aufweist. Es kann sogar behauptet werden, dass der phänomenologisch-begriffsanalytische Ansatz, der der Kritik des regulationstheoretischen Ansatzes zugrunde liegt, eine Ergänzung durch den sinnverstehenden Ansatz verlangt und zugleich auf ihn schon implizit verweist.

Analyse sowie Kritik des regulationstheoretischen Ansatzes gehen unausweichlich von der Erwartung aus, dass der begriffliche Apparat dem Belastungs- und vor allem dem Belästigungsphänomen Rechnung tragen wird. Das diesbezügliche Postulat lautet: Die entwickelten Theorien müssen, um in sozialen und juristischen Auseinandersetzungen praktisch relevant sein zu können, „etwas über die Entstehungs- und Veränderungsbedingungen dieses Erlebens aussagen und dürfen nicht eine „theorieimmanente" artifizielle Form des Erlebens definieren, auf das sich die theoretischen Aussagen beziehen" (Bosshardt 1988, 41). Die Theorien werden also auf ihre „deskriptive Adäquatheit" hin geprüft: Zum einen wird geprüft, ob die Begriffe sich auf alltägliches Vorwissen beziehen und mit dem alltäglichen Verständnis von „Belastung" und „Belästigung" korrespondieren; zum andern wird geprüft, ob es im Rahmen der formulierten Theorien möglich ist, bestimmte Hypothesen aufzustellen, nämlich Hypothesen über die alltägliche Verwendung der genannten Termini. Bei der Untersuchung eines solchen Phänomens wie „Belästigung", aber auch des Phänomens der „Belastung", bei denen es sich um ein subjektives Erleben handelt, das dann auch einen sprachlichen Ausdruck findet, kann die „Wissenschaftlichkeit" nicht in der

Verwendung von Begriffen und dem Aufstellen von Hypothesen bestehen, die dann von den Betroffenen selbst und in den von ihnen alltagssprachlich verwendeten begrifflichen Unterscheidungen und Ausdrücken nicht bestätigt oder geprüft werden können. Unter diesem Gesichtspunkt kann dann z.B. der wissenschaftliche Begriff der „Belastungssituation" solcherart geprüft werden, ob das theoretische Konzept der Belastungssituation dem alltäglichen Sprachgebrauch des Begriffs Belastung entspricht oder nicht. Zugleich wird auch die alltagssprachliche Verwendung der beiden leitenden Begriffe analysiert. Anhand einer solchen Analyse konnte z.B. festgestellt werden, dass sowohl Belästigung als auch Belastung als Behinderung/Vereitelung/Störung verstanden werden – wobei es sich allerdings bei Belästigung nur um jene Störungen handelt, die durch äußere Faktoren verursacht werden und ihre Ursache nicht bei dem Belästigten selbst liegt. Die wissenschaftlichen Begriffe des regulationstheoretischen Ansatzes tragen diesem Unterschied nicht Rechnung.

Zu einem interessanten und wichtigen Ergebnis – hinsichtlich der Möglichkeit und Angemessenheit der Anwendung des sinnverstehenden Ansatzes in der Lärmforschung – kommt man durch die im Hinblick auf eine deskriptive Adäquatheit ausgeführte Analyse und wissenschaftliche Auslegung des Terminus Behinderung, durch den Belästigung und Belastung definiert werden. Behinderung entsteht nach dem regulationstheoretischen Ansatz aufgrund eines Ungleichgewichts zwischen den an eine Person gestellten Anforderungen (den Anforderungen der Umwelt) und den jeweiligen Kapazitäten dieser Person.

Was aber kann sinnvollerweise mit Ungleichgewicht gemeint sein und entspricht das (von den Vertretern des regulationstheoretischen Ansatzes) Gemeinte auch „den phänomenalen Eigenarten des Belastungs- und Belästigungserlebens" (Bosshardt 1988, 44)? Nach Bosshardt gibt es zwei mögliche Explikationen. Zum einen kann die Rede von einem Ungleichgewicht so verstanden werden, dass der von dem/den Betroffenen geforderte Aufwand, um eine Aufgabe zu meistern, „gemessen an irgendeiner Norm, für größer gehalten wird, als er eigentlich unter anderen Umständen sein sollte"; oder zum anderen, dass die subjektive Erfolgswahrscheinlichkeit „geringer [ist], als sie es gemäß seinen/ihren Standards eigentlich unter den obwaltenden Umständen sein sollte" (Bosshardt 1988, 45). Man bemerkt sofort, dass die Explikation des Begriffs Ungleichgewicht in beiden Fällen Bezug auf etwas Normatives nimmt. Von einem größeren Aufwand oder von einer geringeren Erfolgswahrscheinlichkeit kann nur dann die Rede sein, wenn Bezug auf irgendwelche normativen Bewertungskriterien genommen wird. Die berechtigte und begründete Kritik von Bosshardt am regulationstheoretischen Ansatz enthüllt den grundsätzlichen Mangel „der regulationstheoretischen Stressbetrachtung": Dieser Mangel besteht im Ausblenden „des *Erlebens von Wert*" (Bosshardt 1988, 47). Zur selben Schlussfolgerung führt auch die kritische Analyse der regulationstheoretischen Modellvorstellung von

einem mehrstufigen Prozess der Lärm- und Stressverarbeitung. Bewertung – und in dieser Hinsicht ist dem Konzept der „Einheitlichkeit des Erlebens" zuzustimmen – ist nicht etwas, was nachträglich zur Tatsachenwahrnehmung hinzukommt, sondern Bewertungen sind von den „Tatsachenfeststellungen" kaum trennbar. Daher aber sind diese Wertungen auch wenig auffällig und übersehbar. Sie werden implizit beim Unterscheiden von Belastungs- und Nichtbelastungssituationen verwendet, aber sie werden nicht expliziert. Man geht von einem intuitiven Verständnis von Belastungs- und Nichtbelastungssituation aus: „Dieses Verständnis voraussetzend werden dann die an der Identifikation beteiligten Einflußfaktoren modellhaft veranschaulicht. Die Feststellung der Belastung wird dabei behandelt wie die Feststellung einer beliebigen anderen Tatsache. Dabei bleibt völlig unberücksichtigt, daß Lärm oder Belastung *keine neutralen Tatsachen sind*, deren Identifikation mit den Prozeßstufen der Buchstabenidentifikation vergleichbar wäre" (Bosshardt 1988, 48). Beim subjektiven Erleben der als Ungleichgewicht verstandenen Belastung wird also Bezug auf normative Bewertungskriterien genommen.

3.3.4 Phänomenologisch-begriffsanalytischer Ansatz

Der von Hans-Georg Bosshardt entwickelte Ansatz zielt einerseits darauf ab, das *Erleben* des Belästigtseins deskriptiv zu erfassen und dadurch auch die konstitutiven Elemente dieses Erlebens durchsichtig zu machen; andererseits geht es aber darum, durch die Analyse der Regelhaftigkeiten des Sprachgebrauchs „einige Aspekte der sprachinternen Bedeutung des Wortes ‚Belästigung' zu explizieren" (Bosshardt1988, 59).

Das kennzeichnende Grundanliegen dieses Ansatzes ist, das Belästigungserleben als einen Bewusstseins- und Erlebnistatbestand aufzufassen, und zwar so, dass die wissenschaftliche Konzeptualisierung dieses Erlebens mit der Alltagserfahrung von Belästigtsein in Bezug stehen wird. Belästigung darf also nicht unabhängig von dem subjektiven Erleben von Belästigung konzipiert werden; das Erleben lässt sich nicht auf das sinnlich Erfahrbare (und naturwissenschaftlich Erfassbare) reduzieren. Um diesen nichtsinnlichen Aspekten von Erleben gerecht zu werden, kann auf einige Befunde der philosophischen Untersuchung des Erlebens zurückgegriffen werden, nämlich auf die Ergebnisse der Phänomenologie. Die in phänomenologischen Untersuchungen verwendeten Begriffe von „Intentionalität", „Horizont", „Bewusstseinsfeld", „Thematisierung", „Typisierung" und „Verweisungszusammenhang" erlauben, einige konstitutive Elemente des Belästigungserlebens zu rekonstruieren und auch einige wichtige Schlussfolgerungen zu ziehen, insbesondere im Hinblick auf die empirischen Untersuchungen der Belästigung sowie den Vergleich eines juristischen und eines alltäglichen Belästigungsbegriffs.

Zu den wohl wichtigsten Resultaten des deskriptiven Zugangs zum Belästigungserleben gehört u.a. die Einsicht in die phänomenale Objektivität des Belästigungserlebens (welche sich als schlichte Feststellung äußert:

„dies stellt eine Belästigung dar"); aber diese phänomenale Objektivität „schließt auch die wertenden Aspekte des Belästigungserlebens ein" (Bosshardt 54). Wird mit Hilfe der phänomenologischen Begrifflichkeit von Erfahrungshorizont, Bewusstseinsfeld, Thema und Verweisungszusammenhang die Grundstruktur des Erlebens zum Vorschein gebracht, dann werden zugleich auch die wertenden Aspekte des Belästigungserlebens sichtbar:

> Bei Lärmbelästigungen steht der Lärm zwar im Vordergrund der Beachtung, wird aber nicht isoliert als „uninterpretierter" Reiz wahrgenommen, sondern verweist u.a. auf die Umstände seiner Produktion, [...] auf die Entstehung dieses Erlebens, [...] auf seine Genese aus einer angenehmeren Umwelt und auf ein Ziel [...], das ebenfalls mit dieser Umwelt zu tun hat, wie sie sein soll. (Bosshardt 1988, 55f.)

Diese Verweisungen, die zugleich einen wertenden Charakter haben, sind konstitutiv für Belästigungserleben: Sie „treten nicht der Belästigung *hinzu*, sondern Belästigungserlebnis wird erst auf diesem Hintergrund zu dem Erlebnis, das es ist" (Bosshardt, 56). Die wohl wichtigste Schlussfolgerung aus Bosshardts phänomenologischer Analyse des Belästigungserlebnisses ist eben der Hinweis auf einen Wertungscharakter des Belästigungserlebens:

> Ein Geräusch als belästigend zu erfahren, bedeutet, daß der Betroffene etwas auf eine Weise erfährt, wie es nicht sein soll. (Hervorhebung H.-G. B.) Damit verweist das Belästigungserleben zugleich notwendigerweise auch auf eine Gegebenheitsweise der Umwelt, wie sie sein soll, d.h. wie sie angenehm und richtig wäre. Erst vor dem thematischen Hintergrund von Umweltgegebenheiten, wie sie sein sollen, kann thematisch werden, dass sie im Belästigungserleben unangenehm und damit nicht so sind, wie sie sein sollen. (Bosshardt, 56)

Dieser Befund zum Wertungscharakter des Belästigungserlebens ist, wie bereits angedeutet, in mehrfacher Hinsicht von enormer Relevanz.

Die Analyse der sprachinternen Bedeutung des Wortes Belästigung, die eine Analyse seiner sprachlichen Implikationen ist, erlaubt uns, das implizite Wissen von „Belästigung" zu rekonstruieren. Die Rede von „Belästigung" enthält implizite Informationsbestandteile, die als solche ebenso zu rekonstruieren sind wie ihre Beziehungen zueinander. Bei der innersprachlichen Analyse der Bedeutung von „Belästigung" und mithin bei der Rekonstruktion des „Schemas Belästigung" handelt sich um eine Rekonstruktion des Wissens, „das die Erfahrungen und Erlebnisse in einer konkreter Situation ordnet, strukturiert oder überhaupt erst möglich macht" (Bosshardt, 62). Um auf die Spur dieses Wissens kommen zu können, muss man zunächst in dem Nomen „Belästigung" eine Substantivierung des Verbs „belästigen" erblicken und dann dieses Verbum zum Ausgangspunkt der Analyse machen.

Durch die Rekonstruktion der sprachlichen Implikationen des Verbs „belästigen" werden formale Aspekte der Wirklichkeit des Belästigens aufgedeckt: dass nämlich „Jemand" oder „Etwas" (ein Ereignis, ein Prozess oder ein Zustand der Außenwelt) „Jemanden" belästigt. Eine mögliche zusätzliche Information, die das Verb „belästigen" enthalten kann, ist eine Information

über ein mögliches Drittes: über das, womit (A belästigt B mit etwas) oder wodurch (A belästigt B, indem er/sie/es etwas tut) A B belästigt. Des Weiteren werden die impliziten Informationen rekonstruiert, die sich im einen Fall auf die belästigte Person und im anderen Fall auf das belästigende Etwas beziehen.

Die mitgebrachten Informationen über den einen Pol der Relation „belästigen", nämlich über die belästigte Person, können folgendermaßen zusammengefasst werden: Die belästigte Person (a) „befindet sich in einem Zustand subjektiven Unwohl- oder Belästigtseins"; (b) sie „trachtet danach, die belästigenden Umwelttatbestände womöglich zu beenden bzw. ihr Eintreten zu verhindern"; (c) sie „bewertet die belästigenden Umweltgegebenheiten negativ"; (d) sie „wird bei einer Tätigkeit [..] gestört oder behindert"; (e) sie „ist der belästigenden Umwelt ausgesetzt, ohne selbst zu ihrem ‚Sosein' beigetragen zu haben" (Bosshardt, 65f.).

Die Begriffsanalyse des Verbs „belästigen" deckt bezüglich des anderen Pols der Relation des Belästigens, nämlich in Bezug auf das „belästigende Etwas" bzw. auf den „belästigenden Jemand", folgende Implikationen auf: (a) „Der belästigende ‚Jemand' ist verschieden von der belästigten Person"; (b) „das ‚Etwas' bzw. die Taten des belästigenden ‚Jemand' sind entweder primär (d.h. nach subjektivem Bewertungsmaßstab) unangenehm für den Belästigten oder sie sind vermittelt unangenehm, weil sie das Erreichen der von ihm angestrebten Handlungsziele und Zustände verhindern oder erschweren oder weil sie eine Normverletzung darstellen"; (c) „das belästigende ‚Etwas' bzw. der/die belästigende ‚Jemand' sind Ursache für den subjektiven Zustand der Belästigung"; (d) „Ein Ereignis oder Umstände als Belästigung zu bezeichnen, impliziert, daß diese als prinzipiell vermeidbar oder veränderbar und als wiederholt und/oder dauerhaft vorkommend angesehen werden" (Bosshardt, 66).

Von mehreren Schlussfolgerungen, die aufgrund der Befunde dieser Begriffanalyse gezogen werden können, scheint eine in unserem Zusammenhang besonders aufschlussreich zu sein. Alle mit dem Verb „belästigen" gemeinten Merkmale der belästigten Person weisen darauf hin, dass die Ursache dieser Merkmale das belästigende „Etwas" oder der belästigende „Jemand" ist. Man darf aber dieses Verursachungsverhältnis keineswegs auf eine naturwissenschaftlich konzipierte Kausalrelation reduzieren und mithin diese Verursachungsrelation auch missverstehen. Diese Relation, obzwar sie auch eine Kausalität in einem naturwissenschaftlichen Sinne mit umfassen kann, ist als „ein alltagspsychologisches Konzept" zu verstehen, „bei dem Verursachung, Verantwortung und Schuld zusätzlich zu naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeit angesprochen sind" (Bosshardt, 68).

Diese elementaren Sachverhalte sind erhellend. Zwar hat man den Eindruck, dass es sich bei der Rekonstruktion der „sprachinternen Bedeutung" des Wortes „Belästigung" eher um formale Aspekte einer zweiwertigen Relation handelt und das rekonstruierte Wissen nicht als kulturell und gesell-

schaftlich geprägtes Wissen anzusehen sei. In Wirklichkeit aber kommen bei dieser Rekonstruktion eines Schema-Wissens bereits auch jene Elemente zum Vorschein, die zu unserem kulturell und gesellschaftlich geprägten und von uns geteiltem Verständnis unserer selbst und unserer Welt gehören. Es reicht aus, in ein altes Wörterbuch zu schauen um zu bemerken, dass z.B. die rekonstruierte Implikation, dass nämlich Belästigung etwas ist, was das Erreichen individueller Handlungsziele vereitelt, aber auch zum modernen Selbstverständnis gehört, das zum Verfolgen von gemeinschaftlichen Zwecken berechtigt und dies auch zumutet. Der phänomenologisch-begriffsanalytischer Ansatz läuft – wie es scheint – unvermeidlich auf den sinnverstehenden Ansatz hinaus.

3.4 Fazit

Bei der Erforschung des Lärmphänomens ist sowohl das Erzeugen von Lärm als auch die andere Seite, das Wahrnehmen, von Interesse. Das, was bezüglich der Erzeugungsseite normalerweise für die Lärmforschung von Interesse ist, sind die technisch-akustischen und physikalischen Aspekte des emittierten Schalls sowie mögliche lärmemissionmindernde Vorkehrungen technischer Art am emittierenden Gerät oder lärmimmissionmindernde Vorkehrungen bautechnischer oder stadtplanerischer Art sowie erwünschte Modifikationen akustischer Eigenschaften wahrgenommenen Lärms. Beim Betrachten dieser Erzeugungsseite, auf der das grundsätzliche Bemühen ohne jeden Zweifel in der Suche nach lärmemissions- und lärmimmissionmindernden Vorkehrungen bestehen muss, ist aber auch ein anderer Aspekt von Interesse: Dass sich ein beobachtbarer „Trend zu höherer Belästigung bei gleicher Belastung“ (Bröer/Wirth 2004, 119) bemerkbar macht. Um solche Phänomene verständlich zu machen, darf man das Lärmerzeugen nicht lediglich unter technischen und vorkehrungsmäßigen Gesichtspunkten betrachten – hier ist eine kulturwissenschaftliche Betrachtung unabdingbar.

Dabei reicht es freilich nicht aus, auf die rein subjektive und individuell variierende Empfindlichkeit zurückzugreifen. Dieses zwar subjektiv und mithin im Inneren erfahrbare Erleben von Belästigtsein führt zu einem intersubjektive Geltung beanspruchenden Urteil. Mit diesem Urteil kommt nicht nur ein rein subjektives Erlebnis zum Vorschein, sondern auch ein umfassender Verweisungszusammenhang, der einen Sinnzusammenhang bildet, aus dem heraus der jeweilig Urteilende sich selbst, seine unmittelbare Umgebung sowie die Wirklichkeit versteht – die Wirklichkeit in ihren vielschichtigen Dimensionen und Abschattungen. Es ist nicht zu leugnen, dass das Urteil, das die subjektive Belästigung zum Ausdruck bringt, vorwiegend durch den näheren Verweisungszusammenhang bestimmt sein kann. Werden aber Proteste sowie Klagen wegen unzumutbarer Belästigung häufiger und werden sie heftiger artikuliert, werden sie also gesellschaftlich und politisch bemerkbar gemacht, dann ist für ein Verständnis dieser die Belästigung

äußernden Urteile sowie Handlungen (die z.B. in einem „Nicht-Dulden" bestehen können) nötig, auf einen größeren Zusammenhang zu rekurrieren – und dieser Sinnzusammenhang besteht aus einem geteilten Verständnis von der Welt in ihrer kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen Dimension sowie aus dem damit zusammenhängenden Selbstverständnis des Handelnden und Urteilenden. Die Einstellung zu den lärmemittierenden Einheiten (Geräten, Betrieben, Verkehrssystemen u.Ä.) ist durch die/den mit dem Emittenten verbundene Bedeutung oder verbundenen Sinn bestimmt. Deswegen sind bei der Lärmforschung Überlegungen kulturwissenschaftlicher Art vonnöten und sie dürfen sich nicht auf den Wahrnehmenden einschränken lassen, sondern müssen den Erzeuger von Lärm, d.h. lärmemittierende Einheiten im Blick auf den ihnen gesellschaftlich beigelegten Sinn einbeziehen.

4 Beispiele kultur-zivilisatorischer und gesellschaftstheoretischer Betrachtungen von Lärm und Verkehr

4.1 Kant

Ein interessantes Beispiel für ein sinnvermitteltes Wahrnehmen von Geräuschen bestimmter Art, nämlich der Musik, bietet Immanuel Kant an. Im Zusammenhang der „Vergleichung des ästhetischen Werts der schönen Künste untereinander“ (Kant 1993, § 53) spricht Immanuel Kant – unter bestimmten Voraussetzungen – der Musik zu, in Produktion von „Lärm“ auszuarten. Er begründet dies mit einem „gewisse[n] Mangel an Urbanität“, wenn sie „vornehmlich nach Beschaffenheit ihrer Instrumente, ihren Einfluß weiter, als man ihn verlangt (auf die Nachbarschaft), ausbreitet und so sich gleichsam aufdringt, mithin der Freiheit anderer, außer der musikalischen Gesellschaft, Abbruch tut“ (Kant 1993, 187). In der folgenden Fußnote erläutert Kant diesen Abbruch der Freiheit anderer mit drastischen Worten: „Diejenigen, welche zu den häuslichen Andachtsübungen auch das Singen geistlicher Lieder empfohlen haben, bedachten nicht, dass sie dem Publikum durch eine solche *lärmende* (im Orig. gesperrt) (eben dadurch gemeiniglich pharisäische) Andacht eine große Beschwerde auflegten, indem sie die Nachbarschaft entweder mitzusingen oder ihr Gedankengeschäft niederzulegen nötigten.“ (Kant 1993, 187)

Der Hintergrund dieser Bemerkung ist die Erfahrung, die Kant machen musste, als er in den 80er Jahren in Königsberg seine Wohnung „Am Schloßgraben“ bezog, in deren unmittelbarer Nähe das Gefängnis gelegen war. Wegen der von dort ausgehenden Lärmentwicklung hatte sich Kant brieflich am 9.7.1784 an seinen Freund und damaligen Bürgermeister von Königsberg, Theodor Gottlieb von Hippel, gewandt: „Ew. Wohlgeboren waren so gütig, der Beschwerde der Anwohner am Schloßgraben, wegen der stentorischen Andacht der Heuchler im Gefängnisse, abhelfen zu wollen. Ich denke nicht, dass sie zu klagen Ursache haben würden, als ob ihr Seelenheil Gefahr liefe, wenn gleich ihre Stimme beim Singen dahin gemäßigt würde, dass sie sich selbst bei zugemachten Fenstern hören könnten (ohne auch selbst alsdann aus allen Kräften zu schreien). Das Zeugniß des Schützen (Gefängniswärters), um welches es ihnen eigentlich zu thun scheint, als ob sie sehr gottesfürchtige Leute wären, können sie dessenungeachtet doch bekommen; denn der wird sie schon hören, und im Grunde werden sie nur zu dem Tone herabgestimmt, mit dem sich die frommen Bürger unserer guten Stadt in

ihren Häusern erweckt genug fühlen. Ein Wort an den Schützen, wenn Sie denselben zu sich rufen lassen und ihm Obiges zur beständigen Regel zu machen belieben wollen, wird diesem Unwesen auf immer abhelfen, und denjenigen einer Unannehmlichkeit überheben, dessen Ruhestand Sie mehrmalen zu befördern gütigst bemühet gewesen…“ (Kant 1970, 114).

4.2 Schopenhauer

Man kann Lärm völlig unabhängig von Verkehr betrachten. So hat ihn Schopenhauer in einem Kapitel der *Parerga und Paralipomena* erörtert. Es ist allgemein bekannt, dass Schopenhauer sich in diesen Ausführungen über „den unverantwortlichsten und schändlichsten Lärm“ beklagt und als paradigmatisches Beispiel solchen Lärms „das wahrhaft infernale Peitscheklatschen, in den hallenden Gassen der Städte“ (Schopenhauer o.J., 554) anführt. Aus seinen Bemerkungen ist aber viel mehr zu entnehmen als bloß ein in heutiger Zeit eher Lächeln hervorrufendes Beispiel infernalen Lärms. Schopenhauer macht einen Unterschied zwischen bestimmten Formen von Lärm: „Hammerschläge, Hundegebell und Kindergeschrei sind entsetzlich; aber der rechte Gedankenmörder ist allein der Peitschenknall“ (Schopenhauer o.J., 554 f.). Wie ist der Unterschied zu erklären? Es geht nicht um Frequenzen, Dezibel und ähnliches, d.h. um akustische Eigenschaften des Geräusches. Nicht das macht den Unterschied aus; in beiden Fällen haben wir es doch mit Lärm zu tun und der Lärm – gleich welcher Art – ist für Schopenhauer eine furchtbare Störung, „ist die impertinenteste aller Unterbrechungen, da er sogar unsere eigenen Gedanken unterbricht, ja zerbricht“ (Schopenhauer o.J., 554). Den Unterschied können wir erklären, wenn wir sowohl auf die Seite des Verursachers als auch die Seite des Wahrnehmenden einen Blick werfen. Wie werden die Verursachung und der Verursacher von Schopenhauer geschildert? Der Verursacher „dieses plötzlichen, scharfen, hirnlähmenden, alle Besinnung zerschneidenden und gedankenmörderischen Knalls“ ist „ein Kerl, der mit ledigen Postpferden, oder auf einem losen Karrengaul, die engen Gassen einer volkreichen Stadt durchschreitend, mit einer klasterlangen Peitsche aus Leibeskräften unaufhörlich klatscht“, oder – und der ist noch schlimmer – ein „Fuhrknecht, der allein und ohne Pferde, durch die Straßen gehend, unaufhörlich klatscht.“ (Schopenhauer o.J., 555) Das erste Verhalten hat keinen sachlichen Grund. Schopenhauer räumt allerdings ein, dass „dieser abscheulichste aller Klänge […] zu entschuldigen sein [würde]“, „wenn, um Zugtiere anzutreiben, kein anderes Mittel vorhanden wäre.“ Dies aber ist nicht der Fall, also dient dieses Verhalten nicht einem vermeintlichen Zweck, etwa „die Pferde durch den Schall beständig an die Gegenwart der Peitsche zu erinnern“, und deshalb ist es bloß als Ausdruck von „reine[m] Muthwille[m]“ (Schopenhauer o.J., 555) zu betrachten; dasselbe gilt erst recht für den zweiten Fall.

Der Grund, warum von Schopenhauer gerade der Peitschenknall als „der rechte Gedankenmörder“ bezeichnet wird, liegt also in Sinnlosigkeit des verursachten Knalls, d.h. in der Sinnlosigkeit des Verhaltens seines Verursachers. Zwar scheint Schopenhauer gerade nicht zu bestreiten, dass für den Verursachenden sein Peitschenklatschen amüsierend sein kann. Der, den Verursacher amüsierende „mutwillige Lärm“ – als ein jeglichen Sinn entbehrender Lärm – wird aber „von Jemanden, der nur irgendetwas, einem Gedanken Ähnliches im Kopfe herumträgt, schmerzlich empfunden“. Amüsierend und keine Pein verursachend kann dieser Lärm nur dort sein, „wo […] nichts zu unterbrechen ist“, also bei denen, die nicht „mit dem Kopfe“, sondern „mit dem Arme“ arbeiten. Dieser „gedankenmörderische Knall“ wird von Schopenhauer sogar als „ein frecher Hohn des mit den Armen arbeitenden Teils der Gesellschaft gegen den mit dem Kopfe arbeitenden“ behauptet (Schopenhauer o.J., 555). Mit seinem Feldzug gegen „das wahrhaft infernale Peitscheklatschen“ tritt Schopenhauer als Vertreter des nachdenklichen und empfindlichen und mit dem Kopfe arbeitenden Teils der Menschheit gegen jenen Teil, der „unempfindlich gegen Geräusch“ sei, also gegen jenen Teil der Menschheit, der „auch unempfindlich gegen Gründe, gegen Gedanken, gegen Dichtungen und Kunstwerke, kurz, gegen geistige Eindrücke jeder Art“ ist. Aus den Ausführungen Schopenhauers lernen wir also, dass Wahrnehmen von Lärm sinnbedingt ist, d.h. von der individuell bzw. gesellschaftlich zugeschriebenen Sinnhaftigkeit bzw. Sinnlosigkeit des vernommenen Geräusches abhängt.

4.3 Lessing

Dieselbe Sinnbezogenheit beim Wahrnehmen von Geräuschen ist auch ganz klar an dem berühmten und von dem Philosophen und Mediziner Theodor Lessing eindringlich erläuterten Beispiel vom Läuten der Kirchenglocken sichtbar. Lessing, der in seinem Aufsatz „Lärm“ mit dem Untertitel „Kampfschrift gegen die Geräusche unseres Lebens“ (Lessing 1908) – mit Verehrung für Ihren Autor – Schopenhauers Anprangerung des „niederträchtigen, überflüssigen Peitscheklatschens“ zitiert, erläutert auch seinen eigenen Feldzug gegen „das Tag und Nacht andauernde Geläute von Kirchenglocken“ (a.a.O), das aber „von den wenigsten Menschen als störend empfunden und als peinigend angeschaut [wird]“ (a.a.O). Lessings Angriff auf diese Kirchenglocken ist auf „Missfall und Widerspruch gestoßen“; für die Verteidiger dieser traditionsreicher Praxis war „das Läuten der Glocken […] ‚Musik’“ (a.a.O), für den Kritiker dagegen Lärm, obwohl er mit seiner Kritik selbst „keine Verletzung von Kirche und Religion, keinerlei Verletzung geheiligter Gefühle“ beabsichtigte (a.a.O). Der Grund der unterschiedlichen Einstellung lag in verschiedenen Vorstellungen von Religiosität und von der Stellung der Religion in einer modernen Gesellschaft. Für die Verteidiger des Glockenläutens war es eben die Religion, die immer noch auch die äußere

Form des menschlichen (und gesellschaftlichen) Lebens gestaltet, und das religiöse Interesse war für sie noch von nicht vom „wirtschaftspolitischen und sozialen“ Interesse getrennt; für Theodor Lessing dagegen ist die Religion zu „innersten Angelegenheit“ geworden und „die Glocke, die alle Stunden des Tagewerks, alle Ereignisse eines Einzellebens mit ihrem Klang begleitet, ist das Überbleibsel einer Zeit, wo tatsächlich der Einzelne in das Leben kommunaler Verbände eingesenkt war.“ (a.a.O) Innerhalb einer anderen gesellschaftlichen Lebensform, nämlich in einer traditionellen Gesellschaft, hatte auch nach Lessing das Läuten der Glocken einen durch die ganze Gemeinschaft geteilten Sinn; in der völlig anders verfassten Lebensform der Moderne wird dieses Läuten der Glocken zu unsinnigem Lärm: „Auf dem Lande, in ganz einfachen, patriarchalischen Verhältnissen, in allgemein gleichartigen Sitten und Lebensbedingungen, da hat es schon tiefen Sinn, wenn die Glocke zum Aufstehen, Vesper und Arbeitspausen mahnt, wenn sie Gebet und Tod, Gefahr und Freude, Morgen und Abend einläutet. Denn alle teilen ja beim gleichen Anlass die gleichen Gefühle. Alle orientieren sich willig an diesem Symbol. An Stätten dagegen, wo Menschen verschiedener Berufe, Daseinsformen und Arbeiten, verschiedenen Bekenntnisses und Weltgefühls eng beieinander wohnen und die Kirche viel weniger als jede praktisch wirtschaftliche Idee eine Vereinheitlichung des Lebens verwirklichen kann, da ist es störend, wenn sich Glockentöne, deren Bedeutung keiner fühlt und kennt, aus allen Richtungen der Windrose in Privatgefühle und Privatgedanken mengen.“ (a.a.O).

Die Funkton des Läutens der Kirchenglocke, als Verwalters „unseres praktischen Lebens“ (a.a.O) – wobei „praktisch“ hier nicht in einem moralisch-religiösen Sinne gemeint ist, sondern im Sinne der alltäglichen Gestaltung unseres Lebens – übernehmen zur Zeit der Industrialisierung die Fabriksirenen.

4.4 Reymont–Singer

Der Roman „Lodz. Das gelobte Land“ (entstanden 1897/98) des polnischen Schriftstellers und Nobelpreisträgers Wladyslaw Stanislaw Reymont beginnt mit folgender Beschreibung des Aufwachens der industriellen Stadt aus dem XIX. Jahrhundert um 5 Uhr morgens:

> Lodz erwachte. Der erste schrille Pfiff einer Fabrik zerriß die Stille des frühen Morgens. Aus allen Enden der Stadt begannen andere immer greller sich loszureißen und gellten mit ihren heiseren, ungebändigten Stimmen wie ein Chor von ungeheuerlichen Hähnen, aus deren metallenen Kehlen sich der Ruf zur Arbeit losringt. (Reymont 1918, 7)

Der Lärm ist hier aber nicht von einem Individuum (und seinem Werkzeug) verursacht, sondern durch ein ganz anderes „Subjekt“, nämlich die Fabrik. Diese Fabrik hat einen individuellen Besitzer, der sich mit ihr nicht nur identifiziert, sondern sie als grundsätzlichen Bestandteil seines Lebens

versteht. Damit wird auch der die Fabrik begleitende Lärm – weil systemisch und technisch unvermeidlich – eine akzeptable oder sogar erwünschte Erscheinungsform des Florierens der Fabrik – und damit auch des gelungenen Lebens. Einer der drei Helden des Romans von Reymont, der Pole Borowiecki, träumt von „seiner zukünftigen Fabrik" (Reymont 1918, 14) gerade dann, als er „das dumpfe Getöse der Maschinen" hört (Reymont 1918, 149). In der so geschilderten Umgebung fühlt er sich anscheinend ganz wohl: „Alles zitterte, die Wände, die Decken, die Maschinen, die Fußböden. Die Motoren rasselten, die Riemen und Transmissionen zischten, daß es einem ins Mark ging, die Wagen polterten auf dem Asphaltboden, die Schwungräder klirrten, die Triebräder knirschten. Schreie ertönten in diesem Meer sich brechender Schwingungen. Und der heulende Atem der Hauptmaschine dröhnte mächtig" (Reymont 1918, 17). Die Art, wie die Töne der Fabrik (die übrigens eine synästhetische Einheit mit dem Fabrikgeruch und den Bewegungen der Maschinen bilden) von dem vernommen werden, der von einer eigenen Fabrik träumt, wird noch eindeutiger gekennzeichnet in dem Roman von Israel J. Singer „Die Brüder Aschkenasi" (ebenso ein Roman über Lodz um die Jahrhundertwende) (Singer 1991). Die Hauptfigur Simcha Meir (später Max Aschkenasi) träumt von einer eigenen Fabrik, nicht von einer Werkstatt mit Handweberstühlen – „nein, er setzte auf das *neue* Lodz, das moderne Lodz, auf die Dampfkraft. Die großen Fabrikgebäude mit den hohen Schornsteinen hatten ihn schon immer fasziniert. Nichts roch er lieber als den Rauch, der aus diesen Schornsteinen quoll. Das Schrillen der Fabriksirenen war Musik in seinen Ohren." (Singer 1991, 118)

In besonderer Verbundenheit mit der Fabrik bleibt ihr Gründer und Besitzer. Ebenfalls Figur aus dem Roman von Reymont, kann der Fabrikbesitzer Herman Bucholc, der in seinem vorgerückten Alter in seiner Fabrik nicht mehr arbeitet und die Leitung der Fabrik seinem Schwiegersohn übergeben hat, ohne die Fabrik sowie allem, was dazu gehört, nicht leben: „Fern von diesem mächtigen Reich, das er selbst durch die Arbeit seines ganzen Lebens und durch seine industrielle Genialität geschaffen hatte, konnte er nicht leben. Er mußte stets unter seinen Füßen, in sich direkt die unruhigen, zitternden Mauern spüren; wohl fühlte er nur sich dann, wenn er durch das Transmissionen- und Riemennetz sich durchwinden mußte, das die ganze Fabrik umgab, und mitten in dem scharfen Farbengeruch, unter den Haufen roher Stoffe und dem von der furchtbaren Glut erhitzten Schmer." (Reymont 1918, 20). Wie eng, und zwar bis zum Selbstuntergang, diese Gebundenheit zwischen dem Fabrikbesitzer und seinem Universum, d.h. der Fabrik gehen kann, macht das von Singer beschriebene Verhalten eines anderen Fabrikbesitzers und -barons sichtbar. Alle Warnungen der Ärzte, nämlich: „Auf dem kalten Steinboden der Fabrik, würde er sich Rheumatismus holen, […] dass der Staub und die Fusseln seiner Lunge und […] die Dämpfe der Färbmittel seinem Herz schaden würden. Und der Maschinenlärm werde seine Nerven ruinieren", werden von ihm ignoriert. Die Ärzte

„rieten ihm, sich nicht ständig in Lodz aufzuhalten, schon gar nicht in den Sommermonaten. Aber von alledem wollte er nichts wissen. Seine einzige Antwort auf alle Ratschläge war: ‚Quatsch!'" (Singer 1991, 205). Keine Rücksicht auf diese Warnungen nehmend, konnte er ohne der Fabrik nicht leben: „Je älter er geworden war, um so mehr hatte es ihn in seine geliebte Fabrik gezogen, um so wohler und leistungsfähiger hatte er sich gefühlt." (Singer 1991, 205). Wie die Geräusche der Fabrik von einem Menschen vernommen werden, der so stark an diese funktionale Produktionseinheit (die zugleich aber sein „Kind", sein Eigentum, Grundbestandteil seines Lebens ist), sieht man aus der Beschreibung der Todesstunde von Baron Huntze: „In seiner letzten Nacht sollte auf Wunsch der Ärzte, die ihm den Maschinenlärm ersparen wollten, der Betrieb der Fabrik eingestellt werden. Als er trotz seiner Taubheit merkte, dass es draußen plötzlich ungewöhnlich still war, setzte er sich im Bett auf. „Warum wird in der Fabrik nicht gearbeitet? Heute ist doch kein Feiertag!"/Die Ärzte klärten ihn über seinen Zustand auf./"Ich bin zum sterben bereit", sagte er, „Aber ich will die Maschinen hören. Sonst kann ich nicht im Frieden sterben." Sie erfüllten ihm diesen Wunsch. Die Dampfpfeifen schrillten, die Maschinen liefen an./Der Sterbende lauschte, auf seinem Gesicht erschien ein schiefes Lächeln und fror dann für immer ein." (Singer 1991, 207)

Diese ganz enge Verbundenheit bestand aber nicht nur zwischen dem Besitzer und dem von ihm geschaffenen funktionalen technisch-wirtschaftlichen Universum, das jene Fabrik bildet. Ebenso eng verbunden mit der Fabrik oder genauer gesagt: total in dieses Universum eingesogen, ist auch der angestellte technische Direktor, Borowiecki, dem sein Einbezogensein in dieses Universum die Möglichkeit verwehrt, bei sich selbst zu sein; er wird durch diese Systemeinheit total vereinnahmt: „Er versuchte an sich zu denken, an das Fabriksprojekt, das er mit seinen Freunden ausführen wollte, aber konnte seine Gedanken nicht sammeln, nicht für einen Augenblick konnte er in sich hineingehen, denn die Fabrik, deren Getöse bis in sein Arbeitszimmer drang, deren Betrieb und deren Pulsieren er in seinen eigenen Nerven spürte, ja fast in seinem Pulsschlag, ließ es nicht zu. Sie zog jeden unabwendbar mit, sie zwang jeden, der in ihren Bannkreis kam, zum Dienst und zu restloser Hingabe." (Reymont 1918, 21) Die Fabrik als ein funktionales technisch-wirtschaftliches Universum bringt sogar Beruhigung mit sich: „Er (Borowiecki) stürzte sich zwischen die unablässig herumfahrenden Wägelchen, zwischen die rasenden Maschinen, die Haufen von Stoffen, die sich wie nie endende farbige Bänder nach allen Richtungen der Säle wanden, zwischen den Wall von Transmissionen, Riemen, Rädern, Menschen, zwischen das höllische Gepolter und die Dämpfe, die wie Wolken über der Wäscherei aufstiegen; in die verschlungenen saufenden Töne, Zuckungen, Schreie, in das Gerassel, in die vibrierenden und rasenden Energien, die alles und alle fortrissen und in furchtbarer Anspannung die mächtigen Fabriksmauern zu zersprengen drohten; er versank ganz in diesem wilden, mitrei-

ßenden Leben der Fabrik./Er besuchte alle Säle und kehrte in die ‚Küche' zurück, eilte weiter, alles vergessend, was nicht mit der Fabrik zusammenhing./ Nach der schrecklichen, nervösen Erschöpfung der letzten Tage fühlte er jetzt eine Erleichterung und ließ sich von der furchtbaren Masse der rings um ihn aufgespeicherten Kraft wollüstig tragen./Die Erschöpfung ließ nach, er fühlte sich immer ruhiger und gewann inmitten dieser Fabrikshölle immer mehr sein Gleichgewicht wieder, als ob er die unzähligen Ströme der Energie von Menschen und Maschinen in sich einzog, die von allen Seiten auf ihn eindrangen." (Reymont 1918, 148)

Die angeführten Beispiele zeigen eindeutig, dass der hier beschriebene Lärm als eine der Äußerungen von etwas Umfangreicherem zu betrachten ist. Das Umfangreichere ist in diesem Fall die Fabrik; sie ist wiederum einerseits als eine Produktionseinheit, die funktionalen Imperativen unterliegt und auf Produktivität und Effizienz eingestellt ist, anzusehen, andererseits aber als ein Universum, zu dem die einzelnen sowie ganze Schichten oder soziale Klassen in einem gesellschaftlich bestimmten und sinnvermittelten Verhältnis stehen. Das Wahrnehmen von Lärm – oder genauer gesagt: von den Fabrikgeräuschen – ist also zur Zeit der Industrialisierung durch die Einstellung zu diesem funktionalen System wie auch durch das Verhältnis zu diesem Universum, zu dieser Ganzheit, bestimmt, in die das Leben der einzelnen Menschen und ganzer Schichten eingeflochten ist.

4.5 Verkehr und Moderne

Werden wir auf eine ähnliche Weise wie den Fabriklärm zu der Zeit der Industrialisierung auch den verkehrsbedingten Lärm betrachten wollen, also als etwas, das durch ein funktionales System generiert wird und dessen Wahrnehmung durch die Einstellung des Wahrnehmenden zu jener Ganzheit (also zu jenem Umfangreicheren) bestimmt ist? Wenn eine der Äußerungen eben der Lärm ist, dann macht sich in der Geschichte des Verkehrswahrnehmens sofort eine Wende bemerkbar, die etwa im Zeitraum zwischen dem zweiten und sechsten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts vollzogen worden ist.

Der Unterschied zwischen diesen zwei Phasen, wenn man ihn ganz grob kennzeichnen will, besteht darin, dass man in der ersten Phase die verkehrsverursachten Geräusche als einen Bestandteil der verkehrsverpflichteten Moderne betrachtet hat und der Sinn jener Geräusche anhand ihrer Zugehörigkeit zur Moderne verliehen oder abgesprochen worden war. Das bedeutete aber, dass derjenige, der darauf überhaupt reflektierte und reagierte – und dies waren die Intellektuellen und Zeitdiagnostiker (nicht aber die normalen Bürger oder die Betroffenen selbst) –, in einem sinnvermittelten Verhältnis zur Moderne und ihren Begleitphänomenen stand. In der zweiten Phase dagegen hat der umfangreichere Rahmen seine sinnstiftende (oder auch sinnzerstörende) Funktion verloren, d.h. hörte überhaupt auf, eine solche Funktion zu spielen. Mithin hat sich der verkehrsverursachte

Lärm aus einem Gegenstand zeitdiagnostischer Analysen in ein medizinisches bzw. ökonomisch-technisches Problem verwandelt, das eine sachlich-pragmatischen Lösung erfordert. Kennzeichnend für die jetzige Phase ist auch dies, dass der verkehrsverursachte Lärm eher durch die Bürger bzw. Betroffenen als durch die kulturkritischen Intellektuellen zum Problem gemacht wird, und zwar ein Problem, das sachgemäß durch Experten gelöst werden soll.

Um die oben vertretene These zu erläutern, nämlich die These von der Abhängigkeit der Einstellung zum Lärm – in der ersten von zwei unterschiedenen Phasen der modernen Entwicklung – von der Einstellung zum Verkehr sowie zur Moderne, soll nunmehr einerseits auf kultur- und zivilisationskritische Diagnosen jener Zeit, beispielsweise auf die Analysen von Werner Sombart, Georg Simmel und Theodor Lessing eingehen, andererseits aber auch Äußerungen mancher Verehrer der fortgeschrittenen Moderne, etwa der Futuristen, berücksichtigt werden.

Zuvor aber ist es nötig, etwas näher auf den Begriff der Moderne und den Begriff des Verkehrs einzugehen. Beide sind zwar intuitiv verständlich, nichtsdestoweniger verdienen einige Gesichtspunkte hervorgehoben zu werden. Zunächst zum Begriff Verkehr. Ebenso wenig wie das Phänomen Lärm auf das Physiologisch-Akustische zurückgeführt werden kann, darf auch Verkehr nicht ausschließlich aus einer technischen und ökonomischen Perspektive betrachtet und beurteilt werden. Der so begriffene Verkehr als Ortswechsel unter Anwendung bestimmter technischer Beförderungsmittel (Zug, Auto oder Flugzeug) bildet sicherlich einen wichtigen Bestandteil des modernen Verkehrs, zugleich aber nur einen Teil des umfangreicheren Phänomens, das gerade für die Moderne kennzeichnend ist, nämlich einer vielartigen sozialen Mobilität, einer Massenmobilisierung, einer Zirkulation von Kapital, von Gütern und Informationen. Der lärmverursachende Verkehr muss also in dem breiteren Zusammenhang gesehen werden, nämlich im Zusammenhang einer stetigen Massenmobilität und steigenden Zirkulation von Menschen, Waren, Finanzen und Informationen. Der Mensch funktioniert in diesem breiteren Zusammenhang und deshalb hängen seine Reaktionen bzw. seine Einstellung zu jenen durch Verkehr verursachten Reizen damit zusammen, wie er sich innerhalb dieser gesamten mobilen Wirklichkeit verortet.

Durch diese Erläuterung des Begriffs „Verkehr“ ist schon ein wesentliches Merkmal der Moderne zum Vorschein gekommen. Es wird festgestellt, dass Verkehr und Moderne in einem engen, intimen, in einem „wahlverwandtschaftlichen“ Verhältnis (Rammler 2001, 31) stehen. Verkehr macht aber nicht den ganzen Sinn der Moderne aus. Damit andere wichtige Aspekte der Moderne zur Geltung gebracht werden können, ist es für die Zwecke der Analyse sinnvoll, die Moderne als den Zustand der Wirklichkeit mit ihren wichtigen Momenten von dem Prozess der Modernisierung oder genauer gesagt: von mehreren zentralen Prozessdimensionen der Modernisierung zu

unterscheiden. Zu diesen die Moderne kennzeichnenden Momenten gehören sicherlich die moderne Technik (die sich übrigens im Prozess der Modernisierung auch qualitativ verändert), sodann der Lebensstil und schließlich die Wirtschaftsform. Alle drei Dimensionen bzw. Aspekte hängen eng zusammen; eine der möglichen Dimensionen der Moderne ist aber bei dieser Kennzeichnung absichtlich ausgeblendet worden, nämlich die politische Dimension. Der Grund dafür liegt darin, dass es, soweit es um die drei ersten Dimensionen geht, zwischen den Theoretikern und Diagnostikern in der Beschreibung der Phänomene eher geringe Unterschiede gibt – sie unterscheiden sich vor allem in der Einschätzung der festgestellten Phänomene und in der Einstellung ihnen gegenüber. Diese Einstellungen schwanken zwischen einer kulturkritischen, über eine selektivkritische bis hin zu einer total affirmativen Einstellung. Unklarheiten dagegen bestehen eher in der Diagnose der politischen Dimension der Moderne: Für die einen entspräche der Moderne eher eine demokratische bzw. liberal-demokratische Ordnung, für die anderen dagegen scheint gerade eine autoritäre, jedenfalls auf Massenmobilisierung aufgebaute Ordnung für die Moderne kennzeichnend zu sein. Dieser Aspekt der Moderne kann hier jedoch bei Seite gelassen werden. In unserem Zusammenhang sind vor allem die Beobachtungen der Zeitdiagnostiker bezüglich des Lebensstils und der Wirtschaftsform wichtig.

Von den genannten Aspekten oder statischen Dimensionen sollte man auch die genannten Prozessdimensionen der Modernisierung unterscheiden. Dabei geht es um bestimmte Teilprozesse, die für mehrere Bereiche der modernen Wirklichkeit (Technik, Lebensstil, Wirtschaft) prägend sind oder sein können. Zu jenen formenden Prozessen gehören, u.a. nach Norbert Elias (Elias 1976) sowie Hans van der Loo und Willem van Reijen (Loo/Reijen 1998): Rationalisierung, Individualisierung, Differenzierung und Domestizierung. Diese Prozesse prägen nicht nur die moderne Wirklichkeit; sie gestalten letztendlich, und das ist in unserem Zusammenhang von primärem Interesse, auch den modernen Menschen, der als der von Verkehr und verkehrsverursachtem Lärm Betroffene (und zugleich als der letztendlich Verursachende und Verantwortende) anzusehen ist.

Für die erste der zwei unterschiedenen Phasen der Moderne war die Tatsache kennzeichnend, dass die Intellektuellen der Moderne gegenüber bewusst eine Einstellung angenommen hatten. Diese Frage schien für damalige Denker viel wichtiger zu sein als für heutige, die selbstverständlich wichtige Fragen unserer Zeit diskutieren wollen (etwa Fragen der Bioethik), aber die Einstellung zur modernen Zeit nicht zu den allerwichtigsten Fragen heutiger Zeit gehört. Anders war es in der Zeit von Sombart, Simmel oder Weber. In der genannten Phase kann man drei grundsätzliche Typen von Einstellungen unterscheiden: eine kulturkritische Einstellung, eine selektivkritische und eine affirmative. Zu einer kulturkritischen Einstellung neigt z.B. Werner Sombart. Auch Georg Simmel, obwohl er eher ein neutraler Diagnostiker sein wollte, sah die Moderne kritisch oder zumindest selektiv-

kritisch an. Eine affirmative Einstellung, und da geht es vor allem um die Einstellung der technischen Moderne und dem Verkehr gegenüber, finden wir bei den Futuristen sowie bei zwei verschiedenen. aber zugleich in puncto Technik, Verkehr, Geschwindigkeit und Massenmobilisierung genauso fixierten gesellschaftspolitischen Bewegungen: beim Faschismus und Kommunismus.

Werner Sombart, der zwar nicht unbedingt zu den Klassikern der Soziologie zählt, gehörte in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zu den produktivsten und meistbekannten Diagnostikern der Zeit und der modernen kapitalistischen Gesellschaft. Mit der neuen Technik und der durch jene Technik geschaffenen Möglichkeit, massenhaft den Ort zu wechseln – sowohl von Menschen als auch von Gütern – entstehen auch neue Lebensweisen und herrschen neue Lebensprinzipien; das Leben wird dem Tempo- und Geschwindigkeitsprinzip untergeordnet. Sombart bringt diese Änderungen, den massiven Mobilitätszuwachs von Menschen und Gütern, mit der Entwicklung der neuen Wirtschaftsform und der Entstehung eines neuen Menschentypus zusammen, nämlich des modernen Wirtschaftsmenschen, der sein ganzes Leben der Arbeit widmet: „Es ist ein allgemeines Kennzeichen dieser Menschen, sie mögen Unternehmer oder Arbeiter sein, daß sie beständig vor der Überanstrengung zusammenzubrechen drohen" (Sombart 1913, 228f.). Für die festgestellte Massenhaftigkeit und Schnelligkeit sind neue Verkehrsmittel zu verantworten: Der „Omnibus", der mit der elektrischen Eisenbahn zum „Wahrzeichen der modernen Großstadt" wird (Sombart, (1923 [1912], 18 ff.)), und das Auto, das uns erlaubt, unserem neuen Ideal der Schnelligkeit Folge zu leisten. Sombart betrachtet diese Entwicklungen aus einer kritischen Distanz. Mit der Industrialisierung, die ebenso wie die schon verzeichnete Massenhaftigkeit und Beschleunigung vor allem in einer industriellen Großstadt vorangeht, wird seiner Ansicht nach der Kontakt des Menschen mit der lebendigen Natur abgebrochen. Nicht mehr die Natur, die Ruhe und Beharrung gewährleistete, sondern eine künstliche Umgebung wird zur Umgebung des Menschen, der dadurch auch zu einem „künstlichen Geschlecht" wird (Sombart 1923 [1912], 415 ff.).

Auch für Simmel besteht der moderne Lebenstypus in einem großstädtischen Leben. Zu diesem Lebenstyp gehört, einem „raschen und ununterbrochenen Wechsel äußerer und innerer Eindrücke", einer „raschen Zusammendrängung wechselnder Bilder" (Simmel 1903) ausgesetzt zu sein. Das großstädtische Leben ist das Leben einer Menge in einer Enge. Daher rühren nach Simmel erhöhte Reizbarkeit und die Nervosität des Großstädters; es kann sogar von einer (latenten) Aversion die Rede sein. Es wäre aber noch schlimmer, hätte der Mensch nicht bestimmte Schutzorgane entwickelt. Mit seiner bisherigen seelischen Ausstattung wäre der Mensch nicht imstande, diesen Druck auszuhalten und das auf ihn Einströmende zu verarbeiten. Es bestände für den großstädtischen Menschen die Gefahr einer „Entwurze-

lung, mit der die Strömungen und Diskrepanzen seines äußeren Milieus ihn bedrohen“ (Simmel 1903). Deshalb muss es zu einer grundsätzlichen Änderung im menschlichen Seelenleben kommen. Das großstädtische Seelenleben muss nämlich, und unvermeidlich geschieht dies auch, einen „intellektualistischen Charakter“ gewinnen; dadurch unterscheidet es sich grundsätzlich von „dem kleinstädtischen, das vielmehr auf Gemüt und gefühlsmäßige Beziehungen gestellt“ war (Simmel 1903); nach Simmel „wurzeln [sie] in den unbewussteren Schichten der Seele und wachsen am ehesten an dem ruhigen Gleichmaß ununterbrochener Gewöhnungen“ (Simmel 1903). Zu dem Schutzorgan und zu dem Leitorgan des Menschen, mit dem er auch auf die Reize der großstädtischen Umgebung reagiert, wird der Verstand. Der Mensch wird zum verstandesmäßigen Menschen. Diese Änderung ist völlig konform mit den Änderungen, die durch Technik und durch die moderne Wirtschaftsform erfordert und gefördert werden. Sowohl Technik als auch das Wirtschaftsleben fordern und fördern zugleich Tempo, Geschwindigkeit, Mobilität, Pünktlichkeit, Sachlichkeit, Verstandestätigkeit (Rationalisierung). Der moderne Mensch zeigt sich zwar diesen Erwartungen gewachsen, er ist aber, nach Simmel, zugleich immer noch in der Situation eines Individuums, das sich gegenüber „[den] Übermächte[n] der Gesellschaft, [dem] geschichtlich Ererbten, der äußerlichen Kultur und Technik des Lebens“ (Simmel 1903) zur Wehr setzten will und muss, da er der Gefahr ausgesetzt ist, „in einem gesellschaftlich-technischen Mechanismus nivelliert und verbraucht zu werden“ (Simmel 1903). Simmel spricht hier eindeutig aus der Perspektive eines Verteidigers des „Anspruch[s] des Individuums, die Selbstständigkeit und Eigenart seines Daseins“ gegen jene Übermächte zu bewahren. Die Situation des Menschen scheint dramatisch zu sein. Geldwirtschaft und Verstandesherrschaft, die übrigens „im tiefsten Zusammenhange [stehen]“ (Simmel 1903), haben jetzt die Oberhand. Die Komplexitäten und „Ausgedehntheiten des großstädtischen Lebens“ zwingen diesem Leben „die Pünktlichkeit, Berechenbarkeit, Exaktheit“ auf, die „nicht nur in engstem Zusammenhange mit ihrem geldwirtschaftlichen und ihrem intellektualistischen Charakter“ stehen, „sondern [...]auch die Inhalte des Lebens färben“ (Simmel 1903).

Von den verschiedenen Folgen dieser „Exaktheit und minutenhaften Präzision der Lebensform“, die diese neue, höchst unpersönliche Lebensform ausmachen und für das Persönliche geradezu prägend sind, ist in unserem Zusammenhang „die Blasiertheit“ von besonderem Interesse. „Wie ein maßloses Genussleben blasiert macht, weil es die Nerven so lange zu ihren stärksten Reaktionen aufregt, bis sie schließlich überhaupt keine Reaktion mehr hergeben – so zwingen ihnen auch harmlosere Eindrücke durch die Raschheit und Gegensätzlichkeit ihres Wechsels so gewaltsame Antworten ab, reißen sie so brutal hin und her, dass sie ihre letzte Kraftreserve hergeben und, in dem gleichen Milieu verbleibend, keine Zeit haben, eine neue zu sammeln.“ (Simmel 1903, 187)

Zwar äußert sich Simmel hier nicht direkt über Lärm. Aber aus dem Zusammenhang ist klar, dass der Lärm zu den großstädtischen Reizen gehört, die zur Veränderung des menschlichen Seelenlebens, zu jener Blasiertheit führen. Die Blasiertheit versteht Simmel als „die Abstumpfung gegen Unterschiede der Dinge", als „Unfähigkeit, auf neue Reize mit der ihnen angemessenen Energie zu reagieren" (Simmel 1903). Besonders interessant scheint aber die Bemerkung über jene „harmlosen Eindrücke" zu sein, zu welchen doch auch großstädtischer und verkehrsverursachter Lärm gehört. Zwar werden in der von Simmel erörterten Situation die Nerven durch alle diese Reize so stark überfordert, dass „sie ihre letzte Kraftreserve hergeben", woher jene Abstumpfung rührt. Er beschreibt aber die Situation eines Menschen, der noch nicht so selbstbewusst, anspruchsvoll sowie rechtlich und politisch berechtigt ist, eigene Ansprüche vorzulegen. Er entwickelt eher eine Taktik, die ihm helfen sollte, sich vor diesen Reizen zu schützen; diese Taktik und diese Abwehrmanöver entwickelt er eher als Individuum und als private Person, die eine individuelle Schutzstrategie entwickelt.

Aus heutiger Perspektive ist zweierlei zu bemerken. Einerseits haben wir uns an vieles von dem, was für Simmel noch als enorm Bedrohliches gilt, gewöhnt; andererseits ist – durch Änderung der politischen und sozialen Umstände – die private Strategie eines Reizschutzes durch eine andere Strategie des Anspruchstellens abgelöst worden.

Wie stark die Einstellung zum Lärm und Verkehr von der Einstellung zur Moderne und zur Technik abhängen konnte, ist besonders am Beispiel des Futurismus sichtbar. Im 4. Punkt des Manifests des Futurismus stellt Filippo Tommaso Marinetti fest: „Wir erklären, daß sich die Herrlichkeit der Welt um eine neue Schönheit bereichert hat: die Schönheit der Geschwindigkeit. Ein Rennwagen, dessen Karosserie große Rohre schmücken, die Schlangen mit explosivem Atem gleichen [...] ein aufheulendes Auto, das auf Kartätschen zu laufen scheint, ist schöner als die Nike von Samothrake" (Marinetti 1909). Geräusche jeglicher Art wurden von den Futuristischen Komponisten für Musikmaterial erklärt. Diese Form der Musik, der Bruitismus, war Produkt einer Verehrung dieser Moderne, d.h. aber auch des durch „Feuer, Haß und Geschwindigkeit" genährten Seelenlebens.

In der ersten Phase ist für die Einstellung der Geräuschwahrnehmenden eine sinnvermittelte Einstellung kennzeichnend; der Sinn wird in dieser Phase vom kulturzivilisatorischen Zusammenhang auf den Verkehr und weiterhin auf verkehrsverursachten Lärm übertragen. Der Sinn, der die Wahrnehmung bestimmt, ist der Sinn, den für den Lärmwahrnehmenden der Verkehr und der kulturzivilisatorische Zusammenhang, in dem er steht, also die Moderne, hat. Es ist also die Einstellung zur Moderne als jener Form der Wirklichkeit, für die Technik, Maschine, Geschwindigkeit, eben Verkehr und Massenmobilität und auch Lärm kennzeichnend sind, welche das sinnvermittelte Wahrnehmen des Verkehrs sowie sinnvermitteltes Wahrnehmen von verkehrsbedingtem Lärm bestimmt. In der nun erörterten Phase, also

vor der Wende, hatten wir es grundsätzlich mit zwei Einstellungen zu tun. Auf der einen Seite gab es Enthusiasten und Verehrer der Moderne, auf der anderen dagegen die, die die industrielle Moderne, mit allem was dazu gehört, ablehnten. Trotz dieses grundsätzlichen Unterschiedes, die Einstellungen beider Parteien zum verkehrsbedingten Lärm und dem Verkehr als solchem waren durch den Sinn bestimmt, den die so oder so wahrgenommene – bejahte oder abgelehnte – Moderne dem Lärm und dem Verkehr verliehen hatte. Infolge dieser „bewussten" oder „reflektierten" Einstellung zur Moderne entstand auch ein subjektiver Sinn, der dieses sinnhafte Band ausmachte, die den Einzelnen sowie ganze Schichten mit dem vernommenen Phänomen (sei es dem verkehrsbedingten Lärm oder dem Verkehr als solchem) im Modus des Bejahens oder des Ablehnens bindet.

Für die zweite und das heißt für die jetzige Phase ist dagegen der Mangel eines sinnhaften Bandes kennzeichnend. Der Grund dafür liegt unter anderem darin, dass die mit Technik, Verkehr und Massenmobilität gleichgesetzte Moderne als ein sinnverleihender Zusammenhang – zumindest was die Durchschnittseinstellung betrifft – schlicht (d.h. unreflektiert) hingenommen wird (abgesehen von Randgruppen und Einstellungen einzelnen Personen). Die so verstandene Moderne (von anderen Aspekten jetziger Moderne, etwa von der Globalisierung, sehen wir ab) verleiht dem Verkehr einen subjektiv erlebten Sinn. Zwar wird der Verkehr als etwas objektiv Notwendiges und auch subjektiv Nutzbares angesehen, aber dem Bewusstsein der objektiven Notwendigkeit – also dem Verständnis für Verkehr und verkehrsverursachten Lärm – entspricht kein subjektives Erleben. Der Verkehr wird demnach zwar als ein Bestandteil der Moderne verstanden, der aber zugleich im Grunde bloß als ein funktionales System und nicht als ein lebensweltliches Universum angesehen wird. Auf zweierlei Weise wird also Verkehr aus einer sinnverleihenden Ganzheit ausgegliedert: sowohl aus der Ganzheit der subjektiv erlebten Moderne als auch aus der Ganzheit eines lebensweltlichen Universums. Man will zwar eigenen Nutzen und eigenen Spaß durch Wahrnehmen der Möglichkeiten haben, die die modernen Verkehrsmittel und Verkehrssysteme (Automobile, Autobahnen, Flugzeuge, usw.) anbieten, und nimmt diese Möglichkeiten auch wahr – es entsteht dadurch aber kein subjektives Verhältnis zu dem Verkehr als einer Ganzheit, als einem System. Wohl gemerkt; in einem durch subjektiven Sinn vermittelten begrenzten Verhältnis zu einem funktionalen System ist es ist wahrscheinlich kaum möglich, zu dessen funktionaler Einheit insgesamt zu stehen, solange dieses System für gewisse Gruppen und Individuen kein lebensweltliches Universum bildet. Dieses Verhältnis zum Verkehr und damit auch zum verkehrsbedingten Lärm ist durch den Mangel eines sinnhaften Bandes gekennzeichnet. Das hat gewisse unvermeidliche Folgen für das Wahrnehmen von Lärm.

Die wichtigste Folge ist wohl die Tatsache, dass Verkehrslärm – als anonym verursacht und zu dem keiner in einem subjektiven Verhältnis steht –

nur als eine Belastung (bestenfalls als etwas Indifferentes) empfunden werden kann; eine affirmative, bejahende Einstellung ist überhaupt nicht möglich. Damit hängt eine weitere Folge zusammen. Da weder die Betroffenen, welche die vernommenen Geräusche als Belastung empfinden, dem Verkehr als solchem grundsätzlich einen objektiven Sinn absprechen können, noch die persönlich unbetroffenen Verteidiger des Verkehrssystems, imstande sind, den objektiven Sinn des Verkehrs in einen subjektiv erlebten positiven Sinn umzudeuten, bleibt das durch Verkehr verursachte Geräusch als etwas Äußeres, worauf man entweder idiosynkratisch reagiert (bestenfalls bleibt man „indifferent") oder worüber man vermeintlich nur noch in einer sachlich-objektivierenden Einstellung reden darf, also in Begriffen von Lärmpegel, Frequenzen, Gesundheitsschäden u.Ä., d.h. lediglich als von einer in objektivierender Einstellung messbaren Größe. Übrigens fühlen sich selbst auch die Lärmkritiker und -bekämpfer in dieser Situation wohl verpflichtet, nicht über die Sinnnhaftigkeit des Verkehrs auf seiner heutigen Entwicklungsstufe zu diskutieren, sondern vielmehr über die technisch-akustischen oder physiologischen, aber unbedingt messbaren Eigenschaften von Geräuschen, die gesundheitsschädlich sind oder subjektiv als belastend empfunden werden. Der so eingestellte Lärmkritiker neigt dann dazu, das bloß störende Geräusch als gesundheitsschädlich einzustufen. Mit anderen Worten; er versucht, die durch den Mangel eines Sinnbandes erhöhte Empfindlichkeit und Intoleranz gegenüber Umgebungslärm kausal zu erklären, d.h. einen kausalen Zusammenhang zwischen messbaren Schallwellen und bestimmten Gesundheitsschäden herzustellen.

Eine dritte Folge davon, dass Verkehr als systemischer Betrieb kein lebensweltliches Universum bildet, besteht darin, dass mit der Demokratisierung des automobilen Straßenverkehrs die Einzelnen als Autobesitzer und -benutzer sich an diesem systemischen Betrieb beteiligen, aber ihrer Beteiligung werden nur einige, vor allem Unfallgefahr-mildernde Begrenzungen auferlegt. Ansonsten folgen diese privaten Beteiligten an diesem systemischen Betrieb ihren privaten Interessen und Präferenzen – und gewisse Eigenschaften des Autos und auch das Verhalten des Benutzers dürften privaten partikularen Bedürfnissen des Benutzers entsprechen. Das Verkehrssystem bildet also einen öffentlichen Raum, der zugleich der Erfüllung privater Präferenzen dient. Solange sich jemand an diesem System z.B. als Autofahrer beteiligt, nimmt er die von sich und anderen Verkehrsteilnehmern emittierten Geräusche noch nicht als Lärm war. Entfernt er sich aber auch nur zeitweise aus diesem systemischen Betrieb, wird er sofort zum möglichen Betroffenen und vom Lärm Belästigten.

4.6 Lärm der Fabrik vs. verkehrsverursachter Lärm

Die Fabrik und das Leben der von ihrem Lärm Betroffenen bildeten ein „Universum". Darin waren die Betroffenen – unabhängig davon, ob sie im jeweiligen Augenblick an dem gerade laufenden Betrieb teilnahmen – nie „abgeschirmt", sondern stets involviert.

Das Spezifische des Verkehrs besteht nun in Folgendem: Die Betroffenen nehmen, wenn sie am Verkehr teilnehmen, nur mit einem Teil ihres Lebens an diesem Verkehr teil, auch wenn vieles in ihrem Leben den Imperativen des Verkehrs untergeordnet ist; sie sind nicht in dem oben erwähnten Maße involviert. Der moderne Verkehr stellt (im Gegensatz zum Beispiel der Fabrik) nur einen Abschnitt der Ledenswirklichkeit dar. Infolge dessen sind die Rollen des Teilnehmers (bzw. Nutznießers) und des Betroffenen hier deutlich getrennt.

Ein Verkehrsteilnehmer als ein Involvierter bzw. Teilnehmer ist vom Lärm, der durch andere verursacht wird, relativ gut abgeschirmt und grundsätzlich nur jenem Lärm ausgesetzt, der von seinem Fahrzeug im Innenraum zu wahrnehmen ist. Um diesen Widerspruch zwischen der Rolle des Betroffenen und des Verursachenden zu überwinden, wäre eine andere Denkweise nötig, und zwar in den Begriffen einer umfangreichen Verantwortung für den Zustand der Welt (mit ihrem verkehrsbedingten Lärm). Auf der Basis einer individualistischen Denkweise ist dieser Widerspruch nicht zu überwinden.

5 Gerechtigkeitsfrage

In den folgenden Erörterungen wird zunächst gezeigt, dass und wie die Frage nach der Gerechtigkeit und nach einer gerechten Verteilung tatsächlich mit der Problematik der Lärmbelastung und -belästigung im Zusammenhang steht (5.1). Dann werden zwei Prinzipien erörtert (Gerechtigkeit und individuelle Rechte), die von den durch Lärm Belästigten in ihrem Kampf mit dieser Belastung ins Feld geführt werden (5.2). Der Bezug auf das Gerechtigkeitsprinzip kann auf unterschiedliche Weise vonstatten gehen und auch unterschiedliche Folgen für den jeweiligen Lärmdiskurs nach sich ziehen. Da aber in den gegenwärtigen Diskursen *eine* Form dieses Bezuges besonders interessant zu sein scheint, nämlich die Rede von einer Umweltgerechtigkeit bzw. von *enviromental justice* und *ecological justice*, muss zum Schluss auch die Frage nach der Begründung und Reichweite dieses in einem bestimmten gesellschaftspolitischen und kulturellen Kontext entwickelten Konzeptes gestellt und erörtert werden (5.3).

5.1 Die Entstehung der Frage nach Gerechtigkeit: Vorbedingungen systematischer Art

5.1.1 Überführbarkeit eines objektiven Sinnes in einen subjektiven Sinn

Infolge des mangelnden Sinnbandes zwischen dem, der Geräuschen ausgesetzt ist und sie wahrnimmt einerseits und den geräuscherzeugenden Einheiten und Systeme andererseits, kann sich der den Geräuschen Ausgesetzte und sie Wahrnehmende nur als Opfer, Geschädigter oder Benachteiligter ansehen. Ursächlich hierfür ist die Unüberführbarkeit des objektiven Sinnes der geräuscherzeugenden funktionalen Einheit und ihres Betriebs (Flughäfen, Straßen, …) mit dem dadurch entstehenden Lärm in einen subjektiven Sinn. Dieser kann nur als eigener erlebt werden und mit anderen subjektiven Zwecken eigenen Handelns verflochten sein.

Es ist hervorzuheben, dass es selbstverständlich einen Sinn macht, von dem objektiven Sinn des Verkehrs zu reden. Dieser lärmverursachende Verkehr wird aber unter heutigen „normalen“ Bedingungen nicht von dem an ihm Teilnehmenden, sondern von einem ihm Ausgesetzten, der sich gerade einer ganz anderen Tätigkeit widmet, etwa dem „Wohnen“ oder dem „Denken“, jeweils als Belastung angesehen bzw. als Belästigung empfunden. Das

bloße Wissen von dem objektiven Sinn des Verkehrs reicht nicht aus, um den von ihm verursachten Lärm als tolerabel und verträglich anzusehen, obwohl die Stärke der empfundenen Belästigung im gewissen Grad von einer individuell differenzierten Lärmrobustheit abhängt.

In einer besonderen Lebenssituation oder in besonderen Lebensumständen ist es aber durchaus möglich, dass völlig unabhängig von der erwähnten Lärmrobustheit, der „objektive" Sinn des Verkehrs durch ein Sinnband mit dem subjektiven Sinn gekoppelt wird und auch als ein subjektiver erlebt wird; es kann sein, dass jener durch bestimmten Verkehr verursachte Lärm völlig anders wahrgenommen wird und keinesfalls als störendes Geräusch, sondern eher als verträglich oder sogar als angenehm und beruhigend erlebt wird. Denken wir nur an die „Luftbrücke" während jener knapp ein Jahr dauernden Blockade Berlins; die in seiner Rede zum 50. Jahrestag der Luftbrücke von Präsident Clinton geprägte Bezeichnung des damaligen Geräusches von Flugzeugmotoren als „Symphonie der Freiheit" (Clinton 1998) scheint kaum übertrieben zu sein. In diesem Fall konnte der objektive Sinn jener geräusch-emittierenden Transporte von den Einwohnern West-Berlins unmittelbar und mühelos in einen subjektiven, persönlich erlebten Sinn überführt werden. Diese Situation gehört aber zu den Ausnahmesituationen; zum Normalfall in der modernen Gesellschaft gehört gerade das Fehlen des Sinnbandes und ein dadurch entstehendes Gefühl der Benachteiligung.

5.1.2 Vermeidbarkeit

Zu den zwei wichtigsten nichtphysikalischen Faktoren, die sowohl darüber entscheiden, wie das Geräusch wahrgenommen wird, als auch zum Anlass von Gerechtigkeitserwägungen oder Empfindungen von Ungerechtigkeit werden, gehört neben dem bereits erörterten Mangel einer subjektiv erlebten Sinnhaftigkeit die ebenfalls schon erwähnte Vermeidbarkeit des Lärms (vgl. 3.3.4). Das Bewusstsein der Vermeidbarkeit, gekoppelt mit dem Wunsch, sich in einem von jenen störenden Geräuschen freien Zustand zu befinden, liegt diesem Gefühl von Ungerechtigkeit sowie – wenn der erfahrene Zustand als vermeidbar betrachtet wird – jener daraus auch resultierenden Forderung zugrunde, diesen Zustand zu ändern. Selbstverständlich ist Vermeidbarkeit nicht nur in einem technischen, sondern in einem existenziellen, kulturellen und historischen ebenso wie in einem gesellschaftspolitischen Sinne zu verstehen. Das erwähnte Geräusch der beinahe ununterbrochen brummenden Flugzeugmotoren während der Luftbrücke hatte nicht nur einen objektiven Sinn, der leicht in einen subjektiven, d.h. subjektiv erlebten Sinn übersetzbar war; er war eben auch in einem existentiellen sowie gesellschaftspolitischen Sinne unvermeidbar. Für uns heute ist der Autoverkehr zivilisatorisch und existentiell unvermeidbar; am Anfang des vorigen Jahrhunderts war jedoch dieser Verkehr nach Meinung (und Wunsch) jener damals zahlreichen „Motorophoben" (Fraunholz 2002)

unter beiden Gesichtspunkten ein sowohl unerwünschtes als auch vermeidbares Phänomen. In einem gesellschaftspolitischen Sinne als unvermeidbar konnte im 19. Jahrhundert den unterprivilegierten und grundsätzlicher individueller Rechte beraubten Arbeitern der Fabriklärm erscheinen; der Lärm bildete einen Bestandteil der gesamten Lebenslage, die als unvermeidbar erlebt wurde. In demselben gesellschaftspolitischen Sinne als unvermeidbar kann bzw. konnte noch vor kurzem auch die gesamte Lebenslage jener unterpriviligierten Minderheiten in den USA empfunden werden, welche zahlreichen sozialen und ökologischen Belastungen ausgesetzt sind; mit der Entwicklung von Konzepten von *enviromental justice* und *ecological justice* (vgl. Kap. B.5.2.4) und entsprechenden Diskursen und Auseinandersetzungen scheint diese Lebenslage nicht mehr als völlig unvermeidbar angesehen zu werden. Im Verhältnis zu Anzahl und Ausmaß aller sonstigen Umweltbelastungen, der diese Minderheitsgruppen ausgesetzt sind, stellt der Lärm allerdings nicht die schlimmste aller Belastungen dar; durch das Ausgesetztsein bezüglich zahlreicher Belastungen wird die Signifikanz dieser einen Belastung stark relativiert.

5.1.3 Fazit: Bedingungen für das Entstehen des Gefühls von Ungerechtigkeit sowie des Problems der Gerechtigkeit

In der modernen Situation des mangelnden Sinnbandes muss sich der Belästigte zugleich als Opfer, als ein Geschädigter, als Benachteiligter fühlen. Diese Lage kann als ein Zustand erlebt werden, in welchem dem Betroffenen seines Erachtens ein Unrecht zugefügt wird. Der Diskurs über Gerechtigkeit oder über gefährdete Menschenrechte ist aus diesem Grunde beinahe schon vorprogrammiert. Die latente Prämisse dieses Unrechtsbewusstseins ist aber das Wissen von Vermeidbarkeit dieses ein Unrechtsgefühl hervorrufenden Zustandes. Diese Vermeidbarkeit ist sowohl in einem technischen als auch in einem kulturellen bzw. zivilisatorischen und gesellschaftspolitischen Sinne zu verstehen; d.h. es muss ein relativ breites Einverständnis geben, dass der erlebte Zustand nicht stattfinden bzw. überwunden werden sollte. Um aber Unbehagen diskursiv verlautbaren und rechtfertigen zu können, muss sich der Betroffene auf einen der zwei grundsätzlichen normativen Bezugspunkte, meistens auf ein Prinzip, zumindest implizit beziehen. Er muss also einen Anspruch formulieren bzw. eine Forderung erheben, der/die in einem Prinzip seine/ihre Rechtfertigung findet.

5.2 Gerechtigkeit und individuelle Rechte als die zwei wichtigsten Prinzipien für das Erheben von Ansprüchen

Von den Prinzipien, auf welche in normativen Diskursen jene Gruppen und Personen Bezug nehmen, die sich als Opfer oder als Benachteiligte fühlen, scheinen zwei besonders geeignet zu sein, derartige Ansprüche legitimieren zu können. Das eine ist das Prinzip der Gerechtigkeit, das andere das der

individuellen Rechte. Diese beiden grundsätzlichen normativen Bezugspunkte der modernen politischen Moral (vgl. Horn 2003, Kap. V) sind für die Lärmdiskurse von Bedeutung, obwohl in einem bestimmten Kontext oder im Hinblick auf bestimmte Interessen der eine oder der andere vom jeweiligen Gesichtspunkt aus bevorzugt werden kann. Es scheint so, dass im Zusammenhang mit der zunehmenden Relevanz der amerikanischen Konzepte von *enviromental justice* und *ecological justice* dem Gerechtigkeitsprinzip ein gewisser Vorrang eingeräumt wird. Im amerikanischen Kontext erwies sich dieses Prinzip vom Gesichtspunkt der Fürsprecher (Interessenvertreter/Verbände) benachteiligter Gruppen aus als sehr tragfähig. Man wird diesen Ansatz aber auf den Kontext eines Sozialstaats europäischer Provenienz nicht einfach übertragen können. Alternativ könnten hier die individuellen Menschenrechte als normative Bezugspunkte herangezogen werden. Sie können aber ebenso wenig wie das Gerechtigkeitsprinzip Exlusivität beanspruchen. Man wird wahrscheinlich die Prinzipien der Menschenrechte bzw. der Grundrechte und der Gerechtigkeit als komplementäre normative Bezugspunkte anzusehen haben, die sich ggf. gegenseitig ergänzen und begrenzen. Man darf dabei nicht vergessen, dass zum konzeptuellen Kern des Begriffs der individuellen Menschenrechte von seiner naturrechtlichen Begründung her sowohl die Idee der Menschenwürde (vgl. Wildfeuer 2002) als auch die Idee der Freiheit gehören. Wird die Gerechtigkeitsforderung zu stark gemacht, besteht die Gefahr, dass dies auf Kosten der Freiheit geschieht; wird die Freiheit, darunter die Freiheit des wirtschaftlichen Handelns, weitgehend unbeschränkt ermöglicht, wird der Anspruch auf Gerechtigkeit auf den Tagesplan gerufen. Neben den zwei Grundprinzipien haben wir es in der modernen politischen Moral auch mit zwei gegenseitigen, aber ebenso komplementären Perspektiven zu tun: nämlich mit der Perspektive eines Individualismus sowie der eines Kollektivismus. Im ersteren Fall wird das Individuum zum Ausgangspunkt gemacht, in dem anderem Fall aber das Wohl des Gemeinwesens. Ähnlich wie mit den beiden Prinzipien ist es auch mit den beiden Perspektiven bestellt; der Standpunkt des Individuums und seiner Interessen und Rechte ist je nach Kontext ebenso berechtigt wie der Standpunkt eines gemeinsamen Wohls oder des Interesses der Gemeinschaft. Keine der beiden Perspektiven darf also einen Anspruch auf Exklusivität erheben; jede von ihnen ist als Gegenstück und Korrektiv der anderen entgegenzustellen.

5.2.1 Anspruchserhebung

Um aber Bezug auf eines der Prinzipien überhaupt nehmen zu können, muss man eine Vorstellung von der Vermeidbarkeit des erlebten Zustandes haben. Diese Vorstellung muss auch von der Hoffnung getragen werden, dass die Situation verändert werden kann. Wird der Zustand als unvermeidbar erlebt, kann das entweder zu tiefem Unbehagen und Ablehnung bzw. Apathie führen oder aber der Zustand wird rationalisiert indem der Lärm als

untilgbarer und wünschenswerter Bestandteil dem eigenen Lebenshorizont indiziert wird (Müller/Schmude 2001).

In beiden Fällen ist es möglich, dass der unmittelbar Anspruchserhebende nicht der Betroffene selbst sein wird, sondern sein Fürsprecher, der dann auf bestimmte Prinzipien sowie auf ein nachweisbares und zugleich verletztes Interesse des Betroffenen Bezug nehmen und die Verletzung dieses Interesses belegen muss. Sowohl in dem Fall, wenn der Betroffene selbst den Anspruch erhebt, als auch in der Situation, in der ein Stellvertreter das tut, sehen wir uns vor das Problem der Richtigkeit des Anspruchs und des möglichen Missbrauchs dieses schon gewährten oder erst zu erkämpfenden Rechts auf Anspruchserhebung gestellt. Eine analoge Skepsis und ein analoger Rechtfertigungsbedarf liegen selbstverständlich auch auf der anderen Seite, die den erhobenen Anspruch bestreitet. Diese Situation wird in einer modernen demokratischen Gesellschaft auf einen regelmäßigen Bedarf nach Diskursen und Verhandlungen hinauslaufen. Vor der Legitimität konkreter Ansprüche in Lärmdiskursen sind Fragen nach den zugrundezulegenden Prinzipien und den Konsequenzen ihrer Befolgung grundsätzlich zu klären.

5.2.2 Menschenrechte bzw. Grundrechte

Menschenrechte sind Rechte von universeller Geltung, die allen Menschen zustehen, unabhängig von ihrer Staatsangehörigkeit. Als Grundrechte werden dann jene Menschenrechte bezeichnet, die ihren Ausdruck direkt in einem Gesetz oder in der Verfassung eines Landes finden. Gehört das von manchen Antilärmkämpfern so oft beschworene Recht auf Ruhe zum Menschen- bzw. Grundrechtskatalog? Einerseits scheint es eher überzogen zu sein, das Vermeiden aller möglichen Lasten zu einem in der Verfassung verankerten Recht zu erheben, andererseits aber neigt man dazu, besonders aus der Position des Betroffenen oder Benachteiligten, den Schutz vor Belastung dieser Art zum Rang eines Grundrechtes zu erheben. Einerseits ist es also wenig sinnvoll, alles zu verrechtlichen und als ein spezifisches Recht detailliert zu formulieren, andererseits aber scheint der mit der Formel „eines Rechts auf Ruhe“ erhobene Anspruch in der Erfahrung einer starken Betroffenheit seinen Ursprung zu haben. Einen Ausweg aus diesem Dilemma findet man, wenn man „das Recht auf Ruhe“ auf ein Recht auf körperliche und geistige Unversehrtheit zurückführt. Die Schwierigkeit dieses Versuchs scheint aber darin zu liegen, dass es im Falle der Belästigung kaum möglich ist, „objektiv“, d.h. „von außen her“, festzustellen, wann die Grenze zum Unzumutbaren überschritten wird und wann es mithin zur Verletzung dieses Rechts kommt. Diese Verletzung wird erst dann von außen her feststellbar, wenn die Meinung der Betroffenen, dass die subjektiv erlebte Belästigung unzumutbar sei, durch die überwiegende Mehrheit der Mitbürger geteilt wird oder wenn der Gesetzgeber diese Grenze setzt. Durch Festlegen dieser Norm wird sich auch das Bewusstsein entwickeln, dass man mit Überschreiten der gesetzten Norm das Recht auf geistige Unversehrtheit verletzt.

Zu beachten ist in diesem Kontext, dass die Erweiterung der Grundrechte, etwa auch auf Umweltschutz oder Arbeit, in der Idee vernünftige Vorstellungen sind, die sich gleichwohl einer unmittelbaren Umsetzung in ein Gesetz widersetzen, das auf entsprechende Konkretheit bezogen ist und erst dadurch ein individuell einklagbares Recht wird.

Trotz aller Bedenken ist nicht auszuschließen, dass sich die Tendenz, die Parole „des Rechts auf Ruhe" in den Rang eines (individuell einklagbaren) Grundrechtes erheben zu wollen, verstärken wird. Zwar kann man von einer steigenden Akkomodationsfähigkeit des modernen Menschen an die lärmgenerierende Umgebung sprechen, zugleich aber steigt auch seine Empfindlichkeit gegenüber unerwünschten Umgebungsgeräuschen. Bei dieser eher insgesamt steigenden Lärmempfindlichkeit oder -sensibilität wird auch die Tendenz, sich gegen diese unerwünschten Reize mit Schutzrechten zu wehren, eher steigen. Man muss den Grundrechtskatalog als ein offenes Ganzes betrachten, das sich auch aus der Reaktion auf entstehende Gefahren oder auch unerwünschte Phänomene entwickelt. Ob aber etwas als gefährlich, unerwünscht oder unzumutbar eingestuft wird, hängt wesentlich von der gesellschaftlich etablierten Meinung ab. Derselben Logik wird auch die Betrachtung des Lärms und des ihm korrespondierenden sog. „Rechts auf Ruhe" unterliegen. Außerdem spricht für die weitergehende Verrechtlichung des Lärms auch eine andere wesentliche Tatsache. Bei der Belastung und Belästigung mit durch Verkehr verursachtem Lärm besteht eine wesentliche Asymmetrie zwischen den einzelnen Betroffenen und dem Verursacher. Zwar sind auch die Verkehrsteilnehmer Individuen, aber für den Betroffenen ist der Verursacher nicht der Einzelne, sondern eine ganze Einheit (Straße, Autobahn, Flughafen oder zumindest die jeweils startenden/landenden Flugzeuge). Ob diese Einheiten privat oder staatlich, ob sie für wirtschaftliche Zwecke oder zum privaten Vergnügen genutzt werden, ist für den Betroffenen ohne Belang. In diesem Zusammenhang und für die mögliche Verrechtlichung eines Rechts auf Ruhe vielmehr die Tatsache wichtig, dass der Betroffene, solange er vereinzelt und mit keinem entsprechenden Grundrecht ausgestattet ist, eine viel schwächere Position hat, als seine Opponenten (z.B. die für Verkehrswegeplanung verantwortlichen staatlichen Stellen oder große Wirtschaftsakteure, wie Flughafenbetreiber). Das Bewusstsein dieser Asymmetrie führt auf der Seite der Betroffenen zur Aufstellung von Grundsätzen, die diese Asymmetrie von vornherein aufheben sollen: Danach sollen beispielsweise entsprechende Investoren die Beweislast für die Unschädlichkeit ihres Vorhabens tragen (REHW 586).

Die Perspektive der Grundrechte ist aber auch eine stark individualistische Perspektive. Begriffsgeschichtlich betrachtet haben sich bestimmte Grundrechte dann durchgesetzt, wenn sie zu einer beinahe selbstverständlichen und festen Überzeugung geworden waren und ihre gesellschaftliche Durchsetzung die Existenz der Gesellschaft nicht gefährden konnte. In unserem Zusammenhang bedeutet das, dass die mögliche Billigung eines „Rechts

aufs Ruhe“ die Mobilität unserer modernen Gesellschaft und ihre Effizienz nicht gefährden darf. Da die moderne Gesellschaft ohne geräuschverursachenden Verkehr für die überwiegende Mehrheit nicht vorstellbar ist, ist auch die Möglichkeit, ein Recht auf Ruhe gesetzlich zu verankern, durch den Imperativ der Mobilität eingeschränkt. Dieser Imperativ der Mobilität kommt dann auch in der Form des sog. Gemeinwohls, eines gemeinsamen Interesses zum Ausdruck. Der nicht-individualistischen Perspektive eines gemeinen Wohls wird in dieser Konstellation aber keinesfalls ein Vorrang zugebilligt, zugleich wird der Anspruch darauf, sich als Individuum in einem lärmfreien Raum bewegen und aufhalten zu wollen, ebenso wenig für gültig erklärt. Aus dem Bewusstsein dieser Unvermeidbarkeit der im Gemeinwohl gepflegten Mobilität und des dabei auch produzierten Lärms wird eine andere Form der Durchsetzung von Ansprüchen der Betroffenen entstehen, nämlich durch den Bezug auf das Prinzip der Gerechtigkeit.

5.2.3 Drei Formen des Bezuges auf das Prinzip der Gerechtigkeit

Im Zusammenhang mit der Lärmproblematik ist das Gerechtigkeitsprinzip vom Gesichtspunkt der Betroffenen oder der Benachteiligten aus von Interesse. Das heißt aber nicht, dass sich die Gegenseite der Benachteiligten nicht ebenso gut auf das Gerechtigkeitsprinzip beziehen könnte – seien es Organe des Staates oder die entsprechenden Akteure aus der Wirtschaft, sowie solche Gruppen, die durch Lärmemissionen noch nicht in dem Maße belastet sind; dann würde das Gerechtigkeitsprinzip aber in deren Interesse ausgelegt und verwendet werden.

Von den Betroffenen wird das Gerechtigkeitsprinzip – unter Absehung solcher Konzepte, die innerhalb der Gerechtigkeitstheorie von Aristoteles, über Thomas von Aquin, bis zu John Rawls, Ronald Dworkin und Amartya Sen einerseits und Harry Frankfurt oder Michael Walzer andererseits entwickelt worden sind (vgl. Horn 2003, 92–99) – auf eine von drei grundsätzlichen Formen beansprucht. Mit dem Bezug auf das Gerechtigkeitsprinzip fordert der Benachteiligte entweder: (a) Die ihm zufallende Belastung gerecht zu verteilen, was bedeutet, dass der Lärm bzw. sein Zuwachs auch anderen aufgebürdet werden soll; oder (b) für die auf ihn zukommenden Lasten entschädigt zu werden; oder (c) seinen Zustand einer extremen Unterprivilegierung aufzuheben und seine gesellschaftliche Position verhältnismäßig zu verbessern.

Grundsätzlich ließe sich gegenüber dieser Position der Betroffenen von Seiten der Befürworter eines entsprechenden lärmverursachenden Vorhabens einwenden, dass ein ganz anderer Gebrauch vom Prinzip der Gerechtigkeit zu machen sei, nämlich so, dass nicht in einen Diskurs über Belastungen, sondern in einen Diskurs über den (gemeinsamen oder allgemeinen) Nutzen einzutreten wäre. Mit dem Bezug auf das Gemeinwohl in einem solchen Diskurs kann aber das fraglos berechtigte Anliegen der Betroffenen

sehr schnell übergangen werden. Darüber hinaus trägt er in dieser Konstellation allzu offensichtlich Züge des Strategischen, die natürlich auch auf Seiten der Opponenten prinzipiell nicht auszuschließen sind. Es folgen detailliertere Erörterungen der oben genannten Bezugnahmen auf das Prinzip der Gerechtigkeit.

Ad (a). Die Verteilungsgerechtigkeit im Fall des Verkehrslärms ist aus gewissen Gründen noch schwieriger zu verwirklichen als im Falle der Verteilung von knappen Gütern (zur Verteilungsgerechtigkeit knapper Güter vgl. Gethmann/Kloepfer/Reinert 1995). Wie die Diskussionen um eine gerechte Verteilung des Fluglärms zeigen, sind solche Versuche entweder aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nur in begrenztem Ausmaß durchsetzbar oder aus normativen Gründen wenig sinnvoll. Die Umverteilung von Lärmbelastungen wird dazu führen, dass die bisher dem Lärm nicht so stark Ausgesetzten mit zusätzlichem Lärm belastet werden, ohne dass die bisher Belasteten im Gegenzug hinreichend entlastet würden. Wird aber die bisherige Belastung und ihre mögliche Neuverteilung aus übergeordneter Perspektive gesehen, dann fällt auf, dass diejenigen, die nicht in der Umgebung von Flughäfen, Autobahnen oder stark befahrenen Straßen leben, im Vergleich zu den bisherigen und den möglichen neuen Belasteten, ungerecht bevorzugt sind. Dennoch sind Überlegungen, solche Lasten der modernen Gesellschaft gerechter zu verteilen, durchaus legitim. Man muss aber das Bewusstsein für die begrenzte Wirksamkeit eines solchen Grundsatzes entwickeln. Zugleich sollte man aber auch jene Bedenken nicht aus dem Auge verlieren, die gegen das distributive Modell der sozialen Gerechtigkeit erhoben werden: Die Kritiker dieses Modells (vgl. Young 1990; Fraser/Honneth 2003; Miller 1999) weisen darauf hin, dass das eigentliche Problem der sozialen Gerechtigkeit mehr mit den sozialen Positionen, mit der Arbeit und mit der reziproken Anerkennung als mit der Distribution von Gütern zu tun hat.

Ad (b). Als vergleichsweise einfache Alternative zu dem Konzept der Verteilung von Lasten (a) kann das Konzept eines Ausgleichs gelten, und zwar des Ausgleichs für jene Lasten, die durch den gesellschaftlichen Imperativ der Mobilität (auch der wirtschaftlichen Mobilität und Effizienz) Einwohnern bestimmter Gebiete aufgebürdet sind. Die Tragfähigkeit dieses Konzepts der Verwendung des Gerechtigkeitsprinzips ist jedoch dadurch begrenzt, dass der erwartete Effekt, die Beschwerlichkeit der Belastung zu tilgen oder zumindest zu mildern, eher kurzfristigen Charakter hat. Die Quelle des Unbehagens verschwindet durch den Ausgleich gerade eben nicht, weil sie – wie es schon von den Befürwortern eines kontextualisierten Konzepts der Gerechtigkeit formuliert wurde – an anderer Stelle liegt: nicht in der Quantität der entschädigenden Güter, sondern in der Differenz von gesellschaftlicher Position und mangelnder Anerkennung des Betroffenen. Daher wird die Erfahrung der Belästigung

immer wieder auftauchen. Eine völlig andere Reaktion, nämlich die Änderung der Einstellung zum Lärm, wäre nur dann denkbar, wenn der erhaltene Ausgleich für die Lebenslage des Betroffenen einen wesentlichen positiven Einfluss haben könnte, wodurch auch ein Sinnband zwischen der geräuscherzeugenden Einheit und einem Lärm wahrnehmenden Subjekt entstehen könnte. Um solch einen Effekt zu erreichen, muss die entsprechende Entschädigung entweder relativ hoch oder aber die Lebenslage im Ausgangspunkt relativ schlecht sein. Alternativ könnte mittels Umverteilung sowie einer hinreichenden Änderung der sozialen Politik der betroffenen Gruppe gegenüber deren soziale Position wesentlich verbessert werden. Ein erheblich sozial unterprivilegierter Betroffener wird sich allerdings wohl kaum als durch Lärm Benachteiligter äußern.

Es ist darauf hinzuweisen, dass in der Reaktion auf die beiden oben erörterten Formen einer individualistisch orientierten Anwendung des Prinzips der Gerechtigkeit unvermeidlich eine kollektivistische Perspektive ins Feld geführt wird. Damit fordert die Gegenseite von jenen, die den Anspruch auf Gerechtigkeit erheben, eine Perspektive des Gemeinwohls einzunehmen und aus dieser Perspektive sowohl den eigenen Anspruch einzuschätzen, als auch Rücksicht auf mögliche andere Typen der Belastungen in einer modernen Gesellschaft zu nehmen, die auf andere zukommen. Der durch die Betroffenen angestiftete Diskurs der Gerechtigkeit, der zunächst aus einer individualistischen Perspektive geführt worden war, muss unvermeidlich zu einer Konfrontation mit einer kollektivistischen Perspektive führen und in diesem Sinne sind diese Ansprüche nicht intrinsisch und exklusiv.

Ad (c). Bei der dritten Art, das Gerechtigkeitsprinzip anzuwenden, handelt sich aber nicht unmittelbar um Lärm und die damit verbundene Belastung und Belästigung, sondern um ein ganzes Bündel von Benachteiligungen, besonders von Umweltbelastungen, denen bestimmte Gruppen von Unterprivilegierten ausgesetzt sind. Mit dieser Diskurs-Form der Anwendung des Gerechtigkeitsbegriffs hat man aber zurzeit im Rahmen der *Enviromental-justice*- und *Ecological-justice*-Diskurse, also der amerikanischen Umweltgerechtigkeits-Diskurse, zu tun.

5.2.4 Das Lärmproblem und die Konzepte der Umweltgerechtigkeit

Es gibt zumindest drei verschiedene Konzepte der Umweltgerechtigkeit, deren Schwerpunkte jeweils anders gelagert sind und in denen jeweils ein anderes Interesse im Vordergrund steht. Zwei von ihnen wurzeln vor allem in der europäischen Tradition; das dritte Konzept wurde vor einigen Jahrzehnten hauptsächlich in Amerika entwickelt und als „Kampfmittel“ der Betroffenen bzw. ihrer Vertreter verwendet. Die „europäischen“ Umweltgerechtigkeitskonzepte lassen sich auf zwei grundsätzliche Positionen inner-

halb der ökologischen Ethik beziehen. Bei der Position des Physiozentrismus bzw. der des Anthropozentrismus (vgl. Krebs 1996), handelt es sich im ersten Fall um ein Konzept, das der belasteten Umwelt und dem „Interesse" der Natur – der hier ein innerer Wert beigemessen wird – in den Vordergrund stellt; im zweiten Fall geht es um ein Konzept, das auf den Menschen fokussiert ist, dem exklusiv Rechte, Werthaltungen und Interessen zugeschrieben werden. Ob man in Bezug auf die Dimension Mensch-Natur von einer Gerechtigkeitsproblematik reden darf, ist unter den Vertretern der ökologischen Ethik eher umstritten. Der Begriff der Gerechtigkeit ist bis heute für viele Vertreter der ökologischen Ethik nur auf Bereiche zwischenmenschlicher Konflikte anwendbar, die im Zusammenhang mit Verteilungsproblemen stehen (vgl. Leist 1996). Abgesehen aber von den konzeptuellen Auseinandersetzungen um die Frage, ob der Begriff der Gerechtigkeit auf Bereiche des Verhältnisses zwischen Mensch und Natur anwendbar ist oder nicht, werden aus der physiozentrischen Perspektive die durch die Umweltbelastung entstehenden Folgelasten für die Menschen selbst zwar mitberücksichtigt, aber diese stehen nicht im Zentrum des Interesses. Dagegen steht das Interesse der Menschen, auch denen folgender Generationen, im Zentrum des anthropozentrischen Konzepts, in dem der Natur und der Umwelt kein eigenständiger Wert beigemessen wird – aufgrund der Rücksicht auf das Interesse des Menschen wird aber gleichwohl die Natur in den Schutz einbezogen.

Hinsichtlich der Anwendbarkeit der genannten Gerechtigkeitskonzepte für die Lärmproblematik fällt auf, dass diese – auch wenn sie für manchen Bürger ein zentrales Umweltproblem darstellt – für die ökologische Ethik bisher eher zu einem zweitrangigen Problem gehörte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Ausmaß und die Nachhaltigkeit der Schäden der „Lärmverseuchung" nach Einschätzung der breiten Öffentlichkeit im Vergleich zum Problem des CO_2-Anstiegs, des Ozonproblems oder des Problems des Exports umweltriskanter Produktionstechnologien in Entwicklungsländer relativ geringfügig ausfällt. Kennzeichnend für die lärmfremden Probleme, die für die Umweltethik bisher relevant gewesen sind, ist der Umstand, dass die Natur oder der Mensch durch umfassende Umweltbelastungen und weniger durch zeitweise und räumlich begrenzte Lärmwirkungen als belastet wahrgenommen wurde. Dahinter steht der Gedanke, dass dort, wo die Eingriffstiefe einer Belastung bis tief in das Wesen, den Kern oder die Natur einer Entität reicht, Mensch oder Natur in ihrer Integrität verletzt werden.

Dieses Moment der Betroffenheit kommt unverhüllt in den Konzepten der *enviromental justice* und der *ecological justice* (Bullard 1994, Bryant 1995; Maschewsky 2001; Bolte/Mielck 2004; vgl. auch Bibliographien: Turner R L, Pei Wu 2002; Elvers 2005) zum Ausdruck. Der Unterschied zwischen diesen beiden Ansätzen besteht darin, dass das erste Konzept einer anthropozentrischen, das andere wiederum der physiozentrischen Perspektive zuzuschrei-

ben ist. Von größerer Relevanz in den USA ist sicherlich die Umweltgerechtigkeitsproblematik, also die *Enviromental-justice*-Problematik, die zahlreiche Belastungsarten und -formen, denen bestimmte, vor allem ethnische Gruppen und von diesen Gruppen bewohnte Regionen ausgesetzt sind, bündeln und ganzheitlich betrachten will. Diese Problematik der Umweltgerechtigkeit ist an der Schnittstelle von verschiedenen bisher vernachlässigten Dimensionen der Politik entstanden, und zwar der Umwelt-, Sozial- und der Gesundheitspolitik. Die erkannte Brisanz der ungerechten Verteilung von Umweltbelastungen rührt daher, dass die Verteilung der Lasten sehr ungleich ist und dass sich diese Ungleichheit weiter verstärken wird; darüber hinaus sind die von Umweltbelastungen betroffenen Gruppen auch in vielen anderen Hinsichten stark benachteiligt, und zwar in ökonomischer, politischer, sozialer, gesundheitlicher sowie beruflicher Hinsicht. Soweit hiervon speziell ethnische Minderheiten betroffen sind, wird auch von *enviromental discrimination* und *enviromental racism* gesprochen. Die Tatsache, dass man es aus Perspektive der Umweltgerechtigkeit mit Komplexen von Benachteilungen zu tun haben, führt unvermeidlich dazu, dass z.B. Verkehrsprobleme auch in ihrer Komplexität behandelt werden müssen – was zugleich bedeutet, dass man etwa die Lärmproblematik keineswegs als ein selbständiges Problem betrachten darf, sondern als eines der zahlreichen Probleme der Verkehrspolitik lösen muss. Wichtig ist, dass diese Politik nach dem Prinzip der Gerechtigkeit den extrem Benachteiligten gegenüber gestaltet werden muss und dabei ggf. auch dem Problem der Ausklammerung ethnischer Minderheiten gewachsen sein sollte.

In den sozialwirtschaftlich orientierten Staaten des modernen Europas ist es sicherlich gelungen, eine Diskriminierung auf ethnischer bzw. auf Rassenbasis zu vermeiden. Inwieweit das Konzept der Umweltgerechtigkeit US-amerikanischer Prägung auf Europa und vor allem auf Deutschland übertragbar wäre, ist eine noch offene Frage (vgl. Flitner 2003); aber ein sowohl in der Bundesrepublik (vgl. u.a. Maschewsky 2001, Kloepfer 2000, Elvers 2005; Wehrspaun et al. 2005) als auch in Europa zunehmendes Interesse für dieses Konzept spricht dafür, dass das Problem einer sozial bedingten multidimensionalen Ungerechtigkeit auch für diese Gesellschaften relevant wird. Man sollte mit solchen Übertragungsversuchen allerdings vorsichtig sein, nicht zuletzt um nicht dadurch die auf eine andere gesellschaftliche Wirklichkeit zugeschnittenen Konzepte ihrer Aussagekraft zu berauben. Zwei Lehren sind aber aus dem amerikanischen Konzept zu ziehen: (1) Man darf die Probleme der Lärmbelästigung nicht aus dem ganzen Bündel der Umweltgerechtigkeitsprobleme ausklammern und ohne ihren Bezug zu den sonstigen Belastungen, mit denen auch andere Mitbürger belastet werden, erörtern; und (2) muss man bei der Erörterung der Lärmbelastung und -belästigung für die mögliche Gefahr sensibel sein, durch eine diskriminierende sozialräumliche Verteilung von Umweltbelastungen bestimmte Gruppen zu extrem benachteiligten Minderheiten herabzusetzen und zu stigmati-

sieren. Diese Entwicklung ist zwar in einem modernen Sozialstaat nicht vorgesehen; da aber sozialstaatliche Politik durchaus auch ihre Schwächen hat und sich derzeit zunehmender Herausforderungen und Widerstände gegenübersieht, muss man für die o.g. Risiken sensibel sein. Aus diesem Grund sollte sowohl dem Umstand Aufmerksamkeit geschenkt werden, dass die dem Lärm Ausgesetzten sich als Belästigte zur Wort melden und ihre Ansprüche durchsetzen wollen, als auch der Situation, in der die dem Lärm Ausgesetzten *keine* Ansprüche erheben und sich nicht beklagen. Letztere kann ein Anzeichen dafür sein, dass es keinen Grund gibt, sich als Lärmbelästigter zu fühlen; sie kann aber auch daher rühren, dass sich Betroffene in vielen anderen Hinsichten belastet und benachteiligt fühlen, was etwa bestehende Lärmbelästigungen in den Hintergrund rücken lässt.

C Lärmwirkungen

Die Wirkungen des Lärms manifestieren sich auf verschiedenen Ebenen. Sie betreffen zunächst das Gehör, darüber hinaus aber auch physiologische Funktionen des Herz-Kreislaufsystems und des hormonellen Systems sowie das psychosoziale Wohlbefinden und damit die Lebensqualität, die durch Störungen von Kommunikation, Leistung und Schlaf beeinträchtigt wird. Im Sinne der WHO, die Gesundheit als einen Zustand völligen physischen, psychischen und sozialen Wohlbefindens definiert, sind diese Wirkungen gesundheitlich relevant, auch wenn klinisch manifeste Erkrankungen (abgesehen von der für den Verkehrslärm nicht relevanten Lärmschwerhörigkeit) nicht nachgewiesen wurden. Da Lärm unspezifische Reaktionen hervorruft, die auch durch zahlreiche andere Einwirkungen verursacht werden, ist davon auszugehen, dass er langfristig zur multifaktoriellen Genese chronischer Erkrankungen beitragen kann.

1 Einleitung

Das Gehör zeichnet sich gegenüber anderen Sinnesorganen dadurch aus, dass es keiner gerichteten Aufmerksamkeit (‚Hinwenden zur Quelle') bedarf, um den Schall zu perzipieren und dass es jederzeit voll funktionsfähig ist. Grundsätzlich werden akustische Informationen also auch während des Schlafs perzipiert und das Gehirn ist auch dann in der Lage, die Informationen ihrer Bedeutung entsprechend einzuordnen und adäquat zu beantworten.

Abgesehen von der Übermittlung akustischer Informationen verursacht Schall – abhängig von den akustischen Parametern sowie von individuellen und situativen Bedingungen – extraaurale ‚Nebenwirkungen', die sich unter Anwendung funktionaler und zeitlicher Kriterien wie folgt unterteilen lassen:

– *Primärreaktionen* sind Störungen der Kommunikation, des Schlafs und autonomer Funktionen. Sie werden als Akutreaktionen unmittelbar im Anschluss an den Reiz(beginn) oder als globale, über alle Akutreaktionen eines definierten Zeitraums integrierte Änderungen registriert (Globalreaktion).

– *Sekundärreaktionen* setzen sofort oder verzögert noch während oder erst nach (wiederholter) Exposition ein. Hierzu zählen das Gefühl der Belästigung, die subjektiv beeinträchtigte Schlafqualität sowie Störungen kognitiver Leistungen.
– *Tertiärreaktionen* sind klinisch relevante Gesundheitsschäden oder persistierende Verhaltensänderungen, die als Folge chronischer Lärmbelastungen bzw. langfristig wiederholter Primär- und Sekundärreaktionen vermutet werden.

Lärm wird somit als unerwünschter und/oder die Gesundheit schädigender Schall definiert. Nach Schätzungen der EU (European Commission 1997) sind gegenwärtig etwa 40% der europäischen Bevölkerung Pegeln von mindestens 55 dB(A) und 20% Pegeln von 65 dB(A) oder mehr ausgesetzt. Es steht zu befürchten, dass diese Belastung in den kommenden Jahren mit zunehmender Verkehrsdichte weiter ansteigen wird – nachts stärker als am Tage.

Abbildung C.1 postuliert eine Kausalkette vom Beginn der Schallexposition bis zur Manifestation klinisch relevanter Gesundheitsstörungen. Während die primären Akutreaktionen zweifelsfrei durch Lärm verursacht sind, ist die über bestimmte Zeiträume (z. B. eine Arbeitsschicht, eine Nacht) erfasste Globalreaktion bereits das Resultat der Einwirkung qualitativ unterschiedlicher Stressoren, deren einzelne Beiträge (also auch die des Lärms) zur Gesamtreaktion kaum quantifiziert werden können. Mit zunehmendem Abstand zwischen dem Beginn der Lärmexposition und dem Auftreten einer Reaktion wird diese Zuordnung immer schwieriger und ist bezüglich der erst nach Jahren oder gar nach Jahrzehnten zu erwartenden klinisch relevanten Gesundheitsstörungen praktisch nicht mehr möglich. Eine wesentliche Ursache hierfür ist die Tatsache, dass Lärm unspezifische Reaktionen verur-

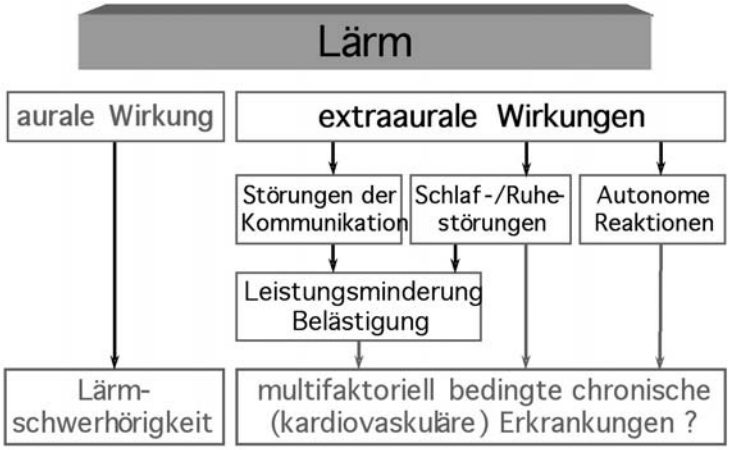


Abb. C.1: Aurale und extraaurale Wirkungen des Lärms

sacht, die auch von zahlreichen anderen Umweltbelastungen hervorgerufen werden. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass die langfristigen Einwirkungen von Lärm zur Entwicklung multifaktorieller chronischer Erkrankungen beitragen (HCN 1999).

Solange der Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Gesundheitsstörungen jedoch nicht bewiesen ist, bleibt allerdings auch die prognostische Bedeutung der Primär- und der Sekundärreaktionen im Hinblick auf mögliche gesundheitliche Folgen unsicher. Diese Problematik berücksichtigt die WHO (1968), wenn sie Gesundheit als einen Zustand vollständigen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens definiert. Durch den Begriff des Wohlbefindens, der ganz eindeutig eine subjektive Dimension beschreibt, sind Belästigungen, Störungen der Kommunikation, des Schlafs und der Leistung prinzipiell als gesundheitlich relevant einzuordnen.

2 Aurale Effekte

Aufgabe der Sinnesorgane ist die Transformation spezifischer Sinnesreize in elektrische Impulse. Letztere werden sodann mittels spezieller Nervenleitungen zur Großhirnrinde weitergeleitet und lösen dort die bewusste Wahrnehmung aus. Die Transformation akustischer Reize findet in den Haarzellen des Innenohres statt. Diese Zellen werden bei langfristig wiederholter Einwirkung hoher Schallpegel irreversibel geschädigt. Die resultierende Lärmschwerhörigkeit (noise-induced hearing loss, NIHL) beginnt typischerweise mit der sog. c_5-Senke, einem isolierten Hörverlust im Frequenzbereich zwischen 3 und 6 kHz, der sich – sofern die Lärmexposition nicht beendet wird – im weiteren Verlauf vertieft und zu den höheren und tieferen Frequenzen hin ausweitet (Abb. C.2). Dieser charakteristische Verlauf unterscheidet die Lärmschwerhörigkeit damit ganz wesentlich von der Altersschwerhörigkeit (Presbyakusis), die sich vor allem in einem fortschreitenden Verlust im Bereich der hohen Frequenzen manifestiert.

Als einzige allein durch Lärm verursachte Erkrankung ist die Lärmschwerhörigkeit die Berufskrankheit, die am häufigsten eine Entschädigungsrente begründet. Das Risiko einer Lärmschwerhörigkeit ist – basierend auf einer umfangreichen Datenbasis – in ISO 1999 ausführlich unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Expositionsdauer in Jahren dar-

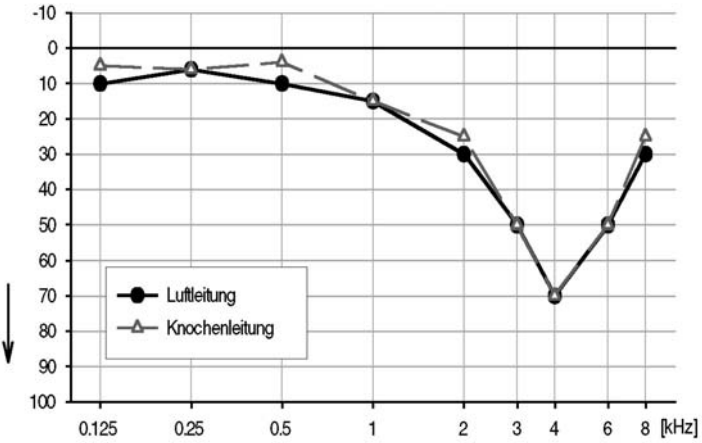


Abb. C.2: Typischer Verlauf der Lärmschwerhörigkeit

gestellt. Sie entwickelt sich umso schneller, je höher der äquivalente Pegel ist, und je länger die tägliche Einwirkung andauert. Die kritische Grenze, oberhalb welcher langfristig mit der Entwicklung der Lärmschwerhörigkeit gerechnet werden muss, entspricht einem arbeitstäglich acht Stunden einwirkenden Mittelungspegel von $L_m = 85$ dB(A).

Im außerberuflichen Bereich sind lärmbedingte Hörverluste insbesondere bei Hobbyschützen sowie bei exzessivem Heimwerken und Motorradfahren, bei exzessivem Gebrauch von Walkmen und häufigen Diskothekenbesuchen möglich. Die Entwicklung einer durch Verkehrslärm induzierten Schwerhörigkeit ist nicht wahrscheinlich, selbst dann nicht, wenn dieser täglich 16 Stunden einwirkt, da die kritische Grenze der Hörschädigung weit über den selbst bei hoher Verkehrsdichte emittierten Belastungen liegt.

3 Primäre extraaurale Lärmwirkungen

3.1 Physiologische Grundlagen

Als permanent funktionsfähiges Alarmsystem kann das Gehör akustische Reize jederzeit – auch während des Schlafs – perzipieren. In den Hörsinneszellen des Innenohres wird die mechanische Energie der Schalle zunächst in elektrische Impulse (Aktionspotentiale) umgesetzt. Dabei kommt es insbesondere bei kurzen Pegelanstiegszeiten z. B. schnell fahrender Schienen- und Straßenfahrzeuge sowie bei militärischen Tiefflügen zunächst zu initial überschießenden Reaktionen, deren Ausmaß (Anzahl von Aktionspotentialen je Sekunde) mit der Dynamik des Pegelanstiegs korreliert. Nach ca. 50–200 Millisekunden stellt sich dann ein der Reizintensität proportionales Erregungsniveau ein. Die Aktionspotentiale werden im Hörnerv zu den für die Wahrnehmung der Schalle zuständigen Arealen der Hirnrinde weitergeleitet. Auf dem Weg werden sieben bis acht Prozessorstationen (Neuronenkerne) passiert, von denen aus sie verzweigt werden und zu zahlreichen Verarbeitungszentren des Gehirns gelangen.

Dabei ist ein vom Hirnstamm bis ins Zwischenhirn reichendes Neuronengeflecht (Retikulärformation) von zentraler Bedeutung. Dessen wesentliche Funktion besteht in der Verbreitung der Erregung mit Rückwirkung auf den Gesamtorganismus:

- es aktiviert die Hirnrinde mittels des aufsteigenden retikulären Aktivierungssystems (ARAS) und hat so bei der Regulation des Schlaf-Wachwechsels und bei der Steuerung der Aufmerksamkeit (Vigilanz) eine bedeutsame Funktion
- es vermittelt affektiv-emotionale Wirkungen sensorischer Reize durch Weitergabe afferenter Informationen zum Limbischen System
- es koordiniert vegetativ-motorische Funktionen, insbesondere mehrere afferente Systeme und somit die Auslösung sinnvoller und lebenswichtiger Reflexe (Kreislauf, Atmung)
- es wirkt bei der Kontrolle motorischer Aktivitäten mit.

Eine entscheidende Funktion hat dabei das vegetative Nervensystem (VNS), das das hormonale Gleichgewicht reguliert. Hormone übermitteln – ebenso wie nervale Verbindungen – bestimmte Informationen und veranlassen den Organismus zu länger dauernden und globaleren Reaktionen als es nervale Stimulierungen vermögen.

Der sympathische Ast des VNS (Sympathicus) veranlasst das Nebennieren*mark* zur Freisetzung der Stresshormone Adrenalin und Noradrenalin und bewirkt so flexible Antworten des Organismus auf äußere Reize, wobei die Zeitkonstante des Adrenalin bis zu 3, die des Noradrenalin maximal 12 Minuten beträgt.

Die Hormonproduktion der Nebennieren*rinde* wird über die Hypophyse stimuliert. Im Hypothalamus, dem zentralen vegetativ-nervösen bzw. hormonellen Regulationszentrum wird zunächst das Corticotropin-Releasing-Hormon (CRH) gebildet, das über eine besondere Blutbahn zur Hirnanhangdrüse, der Hypophyse, gelangt und dort die Freilassung des adreno-corticotropen Hormons (ACTH) ins Blut veranlasst. Das ACTH stimuliert wiederum die Nebennierenrinde zur Produktion und zur Ausschüttung von Cortisol. Mit einer Zeitkonstanten von 60 – 90 Minuten kann das Cortisol entsprechend lang dauernde Reaktionen des Organismus vermitteln.

Eine wesentliche subkortikale Formation ist der Mandelkern (Amygdala), dessen lateraler Bereich Teil des auditorischen Systems ist. Er spielt bei emotionalem Lernen eine bedeutsame Rolle und zeichnet sich durch eine außergewöhnliche Lernfähigkeit (Plastizität) aus. Dies gilt für positiv erlebte, insbesondere aber für negativ empfundene Schallreize, auf die der Organismus zunehmend stärker reagiert, weil sich die Reaktionszeiten verkürzen und eine größere Anzahl schnell reagierender Neurone an der Reizantwort beteiligt ist. Solche einmal geprägten Reaktionen auf aversive Reize werden nur relativ schwer wieder gelöscht.

Die beschriebenen komplexen subkortikalen Verbindungen und Prozesse erklären die vielfältigen unspezifischen motorischen und autonomen Reaktionen (Zunahme von Herzschlagfrequenz, Gefäßwiderstand, Blutdruck, Atmungsfrequenz und Muskeltonus, Erweiterung der Pupillen etc.). Diese Reaktionsmuster charakterisieren allerdings nicht nur die Einwirkung von Lärm sondern auch zahlreicher weiterer Reize aus der Umwelt. Die bewusste Wahrnehmung ist zur Auslösung dieser unspezifischen Reaktionen nicht erforderlich; letztere werden also auch im Schlaf ausgelöst, wobei das Ausmaß der Reaktion bei gleichem Maximalpegel stärker ausfällt und die Schwelle um ca. 10 dB(A) niedriger ist als am Tage. Bei bewusster Wahrnehmung kommen u. U. emotional affektive Änderungen hinzu, woraus sich das Gefühl der Belästigung und der Störung erklärt.

Diese genetisch programmierten Reaktionen haben in erster Linie eine biologische Schutzfunktion, da sie den Organismus primär für Kampf und Flucht (fight and flight) bereit machen. Gesundheitlich bedenklich sind diese zunächst nicht. Ob und inwieweit solche langfristig wiederholten Reaktionen auf akustische Reize zur Genese von Gesundheitsstörungen beitragen, bleibt jedoch offen. Das Fehlen solcher Akutreaktionen könnte u. U. aber auch Ausdruck mangelnder Anpassungsfähigkeit sein.

3.2 Störungen der Kommunikation durch Lärm

3.2.1 Einleitung

Obwohl Informationen überwiegend visuell vermittelt werden, hat die akustische Kommunikation die größte Bedeutung. Zum einen ist der auditive Kanal ständig offen, zum anderen breiten sich Schallwellen allseitig aus, so dass das Hören keiner gerichteten Aufmerksamkeit bedarf. Da die akustische Information immer transient ist und online verarbeitet werden muss, gehen durch Störgeräusche maskierte Informationen unwiederbringlich verloren. Ein intaktes Gehör ist daher für die geistig-soziale Entwicklung des Menschen ebenso entscheidend wie eine lärmarme, die Kommunikation nicht behindernde Umwelt.

Die sprachliche Interaktion stellt dabei hohe Anforderungen an die Prozesse der Aufnahme, Verarbeitung und Vermittlung von Informationen aber auch an das Sozialverhalten von Sprecher und Hörer, denn mit der sprachlichen Information werden im Allgemeinen noch weitere, z. B. die Beziehung zwischen Sprecher und Hörer betreffende Botschaften vermittelt.

Die Interaktion, bei der Sprecher und Hörer ständig ihre Rollen wechseln, erfolgt face-to-face oder fernmündlich. Die Kommunikation kann aber auch zeitlich verzögert oder unidirektional (Einwegkommunikation, z.B. TV, Radio) sein. Kommunikation findet darüber hinaus auch im Mensch-Maschine-System statt, wobei als Informationsträger technische Signale dienen.

3.2.2 Lärmbedingte Störungen der Sprachverständlichkeit

Störungen der sprachlichen Kommunikation entstehen,

- wenn der Informationsschall durch den Störschall verdeckt (maskiert) wird,
- wenn der Störschall von der aktuellen Tätigkeit ablenkt,
- indirekt beim Vorliegen lärmbedingter Hörverluste.

Die Störung der Sprachverständlichkeit durch Maskierung ist umso ausgeprägter, je mehr sich die Frequenzbereiche von Sprache und Störgeräusch überlappen, je stärker die Frequenzen und die Lautstärke des Störgeräusches fluktuieren und je größer die Entfernung zwischen Sprecher und Hörer ist.

Bei stark fluktuierenden Geräuschen (z. B. Flug- oder Schienenverkehrslärm) ist in den Pausen zwar häufig eine ungestörte Kommunikation möglich, die zum Zeitpunkt des Ereignisses aber unterbrochen wird. Solche intermittierten Störungen sind besonders ärgerlich, weil durch die erzwungene Unterbrechung z. B. Gedankenketten abreißen können.

Im Einzelnen hängt die Sprachverständlichkeit unter Einwirkung von Umweltgeräuschen ab

- von Pegel und Frequenzspektrum der Sprache,
- von Pegel, Frequenzspektrum und zeitlicher Struktur des Störgeräusches,

– vom Sprach-Geräuschabstand L_{SN},
– von der Raumbeschaffenheit (Halligkeit),
– von der Distanz zwischen Sprecher und Hörer und vom visuellem Kontakt,
– von der störgeräuschbedingten Änderung der Sprache,
– von der Belastung von Sprecher und Hörer (Anstrengung beim Sprechen und Zuhören),
– von der Artikulation und vom Hörvermögen,
– vom Alter des Sprechers und des Hörers,
– vom Sprachmaterial und von der Sprachkompetenz.

Störungen der Kommunikation verursachen das Gefühl der Belästigung und der Verärgerung, wenn Gespräche mit erhöhter Anstrengung geführt werden müssen, wenn diese mehrfach unterbrochen werden und zu Nachfragen und Wiederholungen zwingen. Störungen der Einweg-Kommunikation sind besonders lästig, wenn z. B. über Radio und Fernsehen gesendete Informationen definitiv verloren gehen. Dramatische Folgen sind möglich, wenn in Gefahrensituationen Warnrufe und Warnsignale nicht gehört oder wenn z. B. bei der ärztlichen Untersuchung die Herztöne nicht korrekt wahrgenommen werden. Weiterhin sind diejenigen Leistungen beeinträchtigt, bei denen die akustische Kommunikation notwendig oder zumindest hilfreich ist. Als Schwellenwert für Kommunikationsstörungen (10% wesentlich Gestörter) gelten Mittelungspegel von 45 bis 50 dB(A) außen (z.B. Berglund & Lindvall 1995).

Der Stellenwert der gestörten Kommunikation wird vor allem in Interviews lärmexponierter Personen deutlich (z.B. Berglund et al. 1999). Bei Anrainern von Flughäfen sind Kommunikationsstörungen durch Fluglärm die spontan am häufigsten genannten und am stärksten ausgeprägten Störungen. Ähnlich verhält es sich mit dem Schienenverkehrslärm, der zwar deutlich weniger belästigt als der Straßenverkehrslärm, der aber bezüglich der Kommunikation deutlich schlechter beurteilt wird. In U.S. amerikanischen Großstädten fühlen sich nahezu 40% der Bevölkerung in ihrer Kommunikation gestört, wenn die Außenpegel am Tage zwischen L_m = 50 und 75 dB(A) liegen.

Die durch Lärm gestörte Kommunikation verursacht Verhaltensänderungen, wie den Lombard-Effekt, bei dem – basierend auf der durch Störgeräusche beeinträchtigten Wahrnehmung der eigenen Sprache – der Sprachschallpegel unwillkürlich angehoben wird. Damit verbunden ist eine Verzerrung der Sprache mit entsprechend herabgesetzter Verständlichkeit. Die Frequenzspektren verschieben sich in höhere Bereiche, Sprachkontur und Sprachdynamik flachen ab und die Sprechgeschwindigkeit sinkt, was die Sprachverständlichkeit weiter beeinträchtigt. Bei einem Anstieg des Sprechpegels um 10 dB ist die Sprachverständlichkeit um 15–40% reduziert (Lazarus 1990).

Zu den Verhaltensänderungen gehört weiterhin die Verringerung der räumlichen Distanz, wobei als untere Grenze der Zumutbarkeit ein Abstand von 45 cm gilt. Langfristig kann sich unter Umständen ein veränderter Kommunikationsstil herausbilden, der sich durch kurze abgehackte Sätze auszeichnet.

3.2.3 Operationalisierung von Kommunikationsstörungen

Die Störwirkung von Umweltgeräuschen auf die Kommunikation wird vorwiegend laborexperimentell gemessen und über die (verbleibende) Sprachverständlichkeit definiert. Mit sozialwissenschaftlichen Methoden lässt sich das Ausmaß lärmbedingter Störungen verschiedener Aktivitäten (Radio hören, TV sehen, Telefonieren, Unterhalten) mittels mehrstufiger Antwortskalen ermitteln.

Laborexperimentell wird die Sprachverständlichkeit mit unterschiedlichem Sprachmaterial geprüft, das von vollständigen Sätzen bis zu einzelnen sinnlosen Silben reicht. Dabei ist die Verständlichkeit unter sonst gleichen akustischen Bedingungen umso besser, je komplexer das Sprachmaterial ist. Die bessere Verständlichkeit vollständiger Sätze erklärt sich aus der grammatikalischen Satzstruktur und der Redundanz der Sprache, wobei die Sprachkompetenz auf Seiten des Hörers eine wesentliche Rolle spielt (z.B. Berglund & Lindvall 1995).

Zur Bewertung der Sprachverständlichkeit dienen Indizes, die das Verhältnis zwischen Sprach- und Störschallpegel für einzelne sprachrelevante Frequenzbänder beschreiben, aus deren gewichteten Mittelwerten der Prozentsatz korrekt verstandener Sprache bestimmt wird. Bekannte Verfahren sind der Artikulationsindex (AI), der Speech-Interference-Level (SIL, Sprach-Störschallpegel) und der Speech-Transmission-Index (STI, Sprachübertragungsindex).

In der Praxis bewährt hat sich der Sprach-Geräuschabstand L_{SNA}, d. h. die A-bewertete Differenz zwischen dem Pegel der Sprache L_S und des Störgeräusches L_N ($L_{SNA} = L_{SA} - L_{NA}$) (Lazarus 1990). Bei einem Sprach-Geräuschabstand von $L_{SNA} = 0$ dB liegt die Satzverständlichkeit bei etwa 90%, die Silbenverständlichkeit bei etwa 55%.

Tab. C.1: Zulässiger Störschallpegel (LNA) am Arbeitsplatz (Lazarus 1998, S. 161)

Vokale Anstrengung			**Zulässiger Schalldruckpegel L_{NA} in dB**											
score	L_{SA}, 1m in dB		1: perfekt			2: sehr gut			3: gut			4: ausreichend		
		L_{SNA}	16 dB			12 dB			8 dB			2 dB		
			1m	2m	4m	1m	2m	4m	1m	2m	4m	1m	2m	4m
1	54	entspannt	38	32	30	42	36	30	46	40	34	52	46	40
2	60	normal	44	38	32	48	42	36	52	46	40	58	52	46
3	66	angehoben	50	44	38	54	48	42	58	52	46	64	58	52
4	72	laut	56	50	44	60	54	48	64	58	52	70	64	58

Lazarus (1998) gibt für die Kommunikation (am Arbeitsplatz) maximal zulässige Störschallpegel (L_{NA}) unter Berücksichtigung der Sprecher-Hörer-Distanz, der Anstrengung des Sprechers (entspannte bis laute Sprechweise) und der Verstehensgüte des Hörers an (Tabelle C.1).

3.2.4 Empfehlungen zur Begrenzung von Kommunikationsstörungen

3.2.4.1 Kommunikation bei Normalhörenden

Innenräume. Angesichts der überragenden Bedeutung der sprachlichen Kommunikation ist für den Normalfall die Forderung einer sehr guten Sprachverständlichkeit für den Wohnbereich sinnvoll. Obwohl die durchschnittliche Hörer-Sprecher-Distanz bei etwa 2 Metern liegt, empfiehlt es sich für die familiäre Kommunikation von 4 Metern auszugehen, da die Abstände insbesondere bei der Eltern-Kind-Kommunikation ständig variieren.

Ausgehend von Tabelle C.1 ist für ein sehr gutes Verstehen ein Sprach-Geräusch-Abstand von 12 dB(A) anzusetzen. Bei familiärer Distanz und normaler Sprechweise ist dies bei einem Störschallpegel von maximal 36 dB(A) möglich, was bei gekipptem Fenster (Dämmung ca. 15 dB(A)) einem Außenpegel von etwa 51 dB(A) entspricht. In unmittelbarer Nähe lärmemittierender Verkehrswege sind diese Werte jedoch kaum zu erreichen, doch sollte auch hier zumindest eine gute Sprachverständlichkeit ermöglicht werden. Der Störschallpegel sollte bei normalem Sprechpegel (60 dB(A)) und bei einem Sprecher-Hörer-Abstand von 4 Metern nicht mehr als 40 dB(A) betragen. Bei gekipptem Fenster entspricht dies einem Außenpegel von 55 dB(A), bei geschlossenem Fenster von ca. 65 dB(A). Dieser Außenpegel bezeichnet in etwa auch die Grenze der Zumutbarkeit, die in Untersuchungen zum Kommunikationsverhalten bei Anrainern großer Verkehrsflughäfen mit einem gebietsbezogenen Mittelungspegel von $L_{eq,16h} = 60.2$ dB(A) ermittelt wurde (Griefahn et al. 2003].

Obwohl die aktive Kommunikation im familiären Bereich gegen 17 Uhr ansteigt und die passive Kommunikation am Abend zunimmt, ist eine tageszeitliche Differenzierung der Zumutbarkeitsgrenzen nicht sinnvoll, da Kommunikation den ganzen Tag über stattfindet und gewährleistet werden sollte.

Außenwohnbereiche. Da der Mensch sich den weitaus größten Teil seiner Zeit (90–95%) in Innenräumen aufhält, gelten für den Außenbereich weniger strenge Maßstäbe. Hier ist eine ausreichende Sprachverständlichkeit bei angehobener Sprechweise noch zumutbar. Der Störpegel sollte bei einer Sprecher-Hörer-Distanz von 2 Metern hierbei nicht höher als 58 dB(A) sein.

3.2.4.2 Störungen der Sprachverständlichkeit bei besonderen Personengruppen

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich ausschließlich auf die durchschnittliche Bevölkerung, wobei im Einzelfall bereits mit erheblichen Abweichungen zu rechnen ist, weil die Sprachverständlichkeit nicht nur von den akustischen Determinanten der Sprache und der Störgeräusche sondern auch von individuellen und situativen Parametern bestimmt ist. Besondere Probleme ergeben sich aber bei Personengruppen, die die Sprache aufgrund noch mangelhafter Sprachkompetenz oder aufgrund degenerativer Prozesse nicht (mehr) ausreichend wahrnehmen, insbesondere also bei Kindern in der Phase des Spracherwerbs und bei Schwerhörigen.

Solche Defizite lassen sich im privaten Bereich zwar weitgehend kompensieren, in institutionellen Einrichtungen wie etwa Kindergärten, Schulen, Altenpflegeheimen und Krankenhäusern ist dies nicht mehr möglich. Hier ist entsprechende Vorsorge zu treffen, um die Sprachverständlichkeit zu gewährleisten.

Säuglinge und Kleinkinder. Die ungestörte Kommunikation ist für den Spracherwerb des Kindes essenziell. Der Spracherwerb, der im Wesentlichen mit dem 12. Lebensjahr abgeschlossen ist, umfasst die motorische Sprechfähigkeit, das Erlernen der wichtigsten grammatikalischen Regeln sowie die Entwicklung der pragmatischen Sprachkompetenz und des Wortschatzes der Muttersprache.

Diese Prozesse werden in mehrfacher Weise durch Lärm behindert:

- durch Maskierung des Sprachschalls,
- durch Ablenkung von der Kommunikation,
- durch Stress, der infolge erhöhter Anspannung die Interaktion zwischen Erwachsenen und Kindern belastet,
- durch Reduktion auf einfach strukturierte Sätze und eingeschränktes Vokabular, worunter Intonation und Sprachrhythmus leiden und den Erwerb der prosodischen Sprachkompetenz verzögern,
- durch Misserfolgserfahrungen (gelernte Hilflosigkeit) wird die Motivation des Kindes beeinträchtigt.

Schulkinder. Die Entwicklung der Sprachkompetenz steht in engem Zusammenhang mit der Ausbildung der Lese- und Schreibfähigkeit. Dementsprechend sind diese Leistungen bei Schulkindern z. B. unter Einfluss von Fluglärm vermindert, wohingegen die Einwirkung von Straßenverkehrslärm eine geringere Bedeutung hat (siehe C 4.1).

Um gutes Verstehen bzw. vollständige Satzverständlichkeit zu ermöglichen, sollten die Sprachschallpegel etwa 8 dB, bei schwierigen oder fremdsprachlichen Texten sogar 16 bis 20 dB über dem Störschallpegel liegen.

Insgesamt empfiehlt es sich, in Schulen und in Kindergärten, also gemittelt über alle Altersstufen (Säuglinge, Kleinkinder, Schulkinder) einen

Sprach-Geräusch-Abstand von mindestens 8 dB einzuhalten. In Schulen betragen die Sprecher-Hörer-Distanzen bis zu 10 Meter, so dass der Störpegel bei gehobener Sprechweise (66 dB) $L_{NA} = 36$ dB nicht überschreiten sollte.

Schwerhörige. Ein keineswegs marginales Problem stellen die ca. 15 Millionen Schwerhörigen in der Bundesrepublik dar, deren Hörschwelle aufgrund altersbedingter oder sonstiger degenerativer Prozesse erhöht ist, so dass sie akustische Signale im Frequenzbereich der Sprache nicht mehr ausreichend wahrnehmen.

Am häufigsten sind die Alters- und die Lärmschwerhörigkeit, denen ein jeweils schleichender, über viele Jahre verlaufender Prozess zugrunde liegt, bei dem sich das Hörvermögen allmählich und für den Betroffenen zunächst unbemerkt verschlechtert.

Die *Lärmschwerhörigkeit* entwickelt sich im Verlauf langjähriger arbeitstäglicher Einwirkungen von Schall mit äquivalenten Pegeln von mindestens 85 dB(A) (diese Pegel werden von Verkehrsgeräuschen meist nicht erreicht, weshalb diese im Allgemeinen keine Hörschäden verursachen). Charakteristisch ist die zunächst isolierte Anhebung der Hörschwelle im Bereich von 4 000 Hz (c_5-Senke, Abb. C.2), die sich allmählich auf die benachbarten Frequenzbereiche ausweitet.

Die *Altersschwerhörigkeit* (Presbyakusis) zeichnet sich durch einen allmählich zunehmenden Hörverlust im Hochtonbereich aus, der sich im weiteren Verlauf zu den tieferen Frequenzen hin ausweitet. Dieser Prozess setzt individuell unterschiedlich früh ein, verläuft unterschiedlich schnell und wird meist nicht vor dem 60. Lebensjahr bemerkt.

Die Verluste im Hochtonbereich, die sich sowohl bei der Lärm- als auch bei der Altersschwerhörigkeit allmählich auf den Frequenzbereich der Sprache ausweiten, führen zu erschwerter Unterscheidung von Konsonanten, später auch von Vokalen, wohingegen Lautstärkeunterschiede stärker wahrgenommen werden. Im Zwiegespräch werden diese Defizite oft erst dann bemerkt, wenn an der Kommunikation mehrere Partner beteiligt sind oder wenn sich in einem Raum (wie etwa auf Parties) mehrere Gesprächsgruppen bilden. Darüber hinaus beeinträchtigt die Halligkeit des Raums die Kommunikation der Schwerhörigen stärker als die der Normalhörenden.

Die Kommunikation mit Schwerhörigen wird weiterhin dadurch erschwert, dass deren Gesprächspartner, wie der Schwerhörige oft selbst, lauter sprechen, was wegen der damit verbundenen Verzerrung weitere Verständigungsschwierigkeiten verursacht (siehe oben).

Die Angaben über den für Schwerhörige notwendigen Sprach-Geräusch-Abstand variieren in der Literatur erheblich und sind natürlich durch den Grad der Behinderung bestimmt. In entsprechenden Einrichtungen wäre jedoch ein Störpegel von maximal 36 dB im Wesentlichen angemessen.

Hörgeräteträger. In Deutschland tragen derzeit etwa 1,5 Millionen Menschen Hörgeräte. Letztere haben im Allgemeinen den Nachteil, dass sie sowohl den

Sprach- als auch den Störschall verstärken und damit an sich unter Lärmeinwirkung keine Verbesserung der Sprachverständlichkeit sondern sogar deutliche Verschlechterungen der Sprachdiskriminanz bewirken können. Deshalb ist auch hier ein deutlich höheres Signal-Stör-Verhältnis erforderlich.

3.3 Lärmbedingte Schlafstörungen

3.3.1 Allgemeines zum Schlaf

Unter Vermeidung jeglicher Zeitinformation zeigen die physiologischen Funktionen eine zirkadiane Rhythmik, deren Periode individuell zwischen 23 und 26 Stunden variiert und durch den Hell-Dunkelwechsel auf die 24 Stunden des geophysikalischen Tages synchronisiert wird. Diese Rhythmik, deren markantester Ausdruck der Schlaf-Wachwechsel ist, wird durch ultradiane Schwingungen mit einer Periode von 90–100 Minuten überlagert, die den Schlaf in 4–6 Schlafzyklen strukturieren (Abb. C.3). Jeder Zyklus besteht aus einem NREM (Non-REM) und einem nachfolgenden, durch schnelle Augenbewegungen (Rapid Eye Movements) charakterisierten REM-Anteil (Traumschlaf). In den NREM-Phasen nimmt die Schlaftiefe zunächst zu, danach wieder ab (Schlafstadien 1–4). Der REM-Schlaf kann bezüglich der Schlaftiefe sowohl dem Tief- als auch dem Flachschlaf entsprechen. Der NREM-Anteil wird mit jedem Zyklus kürzer und die maximal erreichbare Schlaftiefe geringer, während der REM-Anteil länger wird. Der Schlaf-Wachwechsel

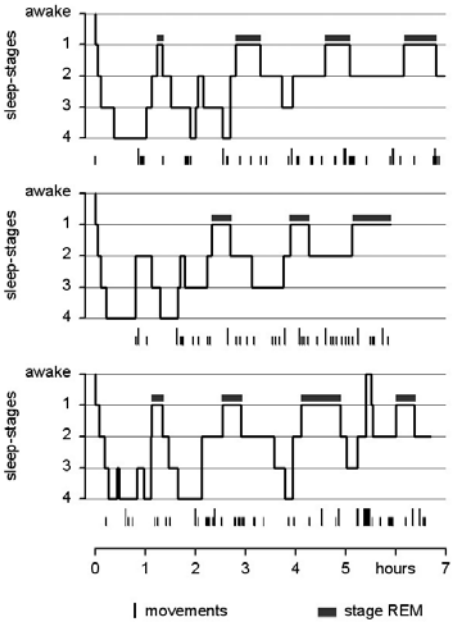


Abb. C.3: Darstellung des Schlafablaufs (nach Dement & Kleitman 1957)

wird von zahlreichen Funktionsänderungen begleitet, wie etwa dem Abfall von Herzschlagfrequenz und Körperkerntemperatur, die gegen 4.00 Uhr ein Minimum erreichen und dann allmählich wieder ansteigen.

Dauer und Struktur des Schlafs ändern sich mit dem Lebensalter. Während das Neugeborene noch bis zu 16 Stunden schläft und der REM-Anteil bei ca. 50% liegt, reduziert sich die Schlafdauer des alten Menschen auf u. U. weniger als 6 Stunden, vor allem auf Kosten des Tief- und des Traumschlafs (Abb. C.4). Die Schlafdauer des Erwachsenen beträgt durchschnittlich 7–8 Stunden, variiert interindividuell aber erheblich. Intraindividuell ist das Schlafverhalten jedoch außerordentlich stabil.

Der Schlaf, dessen Ursachen, Mechanismen und Funktionen noch weitgehend ungeklärt sind, ist – wie Entzugsversuche zeigen – für Wohlbefinden und Leistung entscheidend. Seine Störungen sind einerseits Ausdruck zu Grunde liegender Erkrankungen, werden andererseits zunehmend aber auch durch Umweltbelastungen verursacht. Während erstere einer kausalen Therapie bedürfen, lassen sich letztere durch Gestaltung der Umwelt vermeiden.

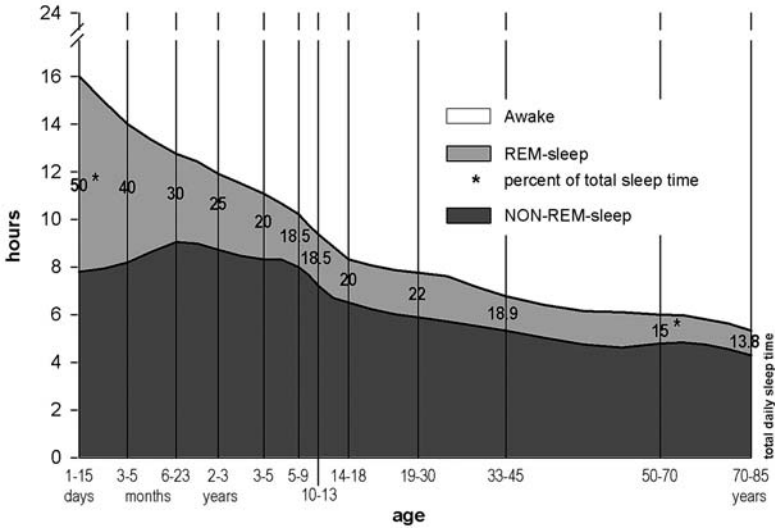


Abb. C.4: Schlafdauer und Lebensalter (nach Roffwarg et al. 1966)

3.3.2 Aufzeichnung und Bewertung von Schlaf und Schlafstörungen

Eine valide und reliable Quantifizierung des Schlaf- und des Wachzustands sowie der Schlaftiefe ist nur mittels des *Polysomnogramms*, der gleichzeitigen Aufzeichnung von Hirnstrombild, Augenbewegungen und Muskelspannung möglich. Die Ableitung mittels am Schädel fixierter Elektroden ist allerdings

aufwändig und die anschließende Auswertung zeitraubend. In Felduntersuchungen werden daher meist *Körperbewegungen* mit einem am Handgelenk getragenen Aktimeter registriert. Diese erlauben zwar eine reliable Schätzung der Schlafdauer jedoch nur eine ungenaue Erkennung intermittierter Wachphasen. Noch unsicherer ist das vom Probanden signalisierte Aufwachen, da die Betätigung des vereinbarten *Aufwachsignals* oft vergessen wird. Teilweise werden auch die im Gegensatz zu den anderen Reaktionen nicht gewöhnungsfähigen Änderungen ‚*autonomer*' *Funktionen* wie Herzschlagfrequenz, Blutdruck und Ausscheidung von Stresshormonen registriert.

Für den Betroffenen von größter Bedeutung ist dessen *subjektive Bewertung der Schlafqualität*, die im Wesentlichen aus der Dauer der initialen (Einschlafzeit), der intermittierten und der terminalen Wachzeiten sowie der erinnerten Schwierigkeiten beim (Wieder-)Einschlafen resultiert (Griefahn et al. 2005, Öhrström 1995).

Das *Leistungsverhalten* wird meist mit Wahlreaktionstests erfasst. Neuere Ansätze zielen auf die Registrierung exekutiver, im Frontalhirn ablaufender Funktionen unter Einschluss ereigniskorrelierter Hirnpotentiale ab.

3.3.3 Unterteilung lärmbedingter Schlafstörungen

Die systematische Untersuchung lärmbedingter Schlafstörungen begann Ende der 60er Jahre und wurde zunächst vorwiegend im Labor, später auch in der Realsituation durchgeführt.

In der Abfolge umweltbedingter Schlafstörungen sind zu unterscheiden:

- Primäre Störungen bezeichnen akute Störungen wie verzögertes Einschlafen, intermittiertes und vorzeitiges Aufwachen, motorische und vegetative Funktionsänderungen sowie globale über die gesamte Nacht kumulierte Änderungen des Schlafverhaltens.
- Sekundäre Störungen sind die Folge schlafgestörter Nächte und betreffen die subjektiv empfundene Schlafqualität sowie die mentale und die psychomotorische Leistung.
- Tertiäre Störungen sind manifeste Gesundheitsschäden, zu denen langfristig wiederholte Schlafstörungen beitragen können.

Während die Akutreaktionen zweifelsfrei durch Lärm verursacht sind, tragen zur Globalreaktion (z. B. Ausscheidung von Stresshormonen), ebenso wie zu den Sekundär- und den Tertiärreaktionen weitere Stressoren bei, so dass sich der Beitrag des Lärms nicht quantifizieren lässt.

3.3.4 Primäre Schlafstörungen

Primärreaktionen wurden am häufigsten untersucht. Deren Häufigkeit und Ausmaß ist von zahlreichen akustischen und nicht-akustischen Faktoren beeinflusst, von denen die nachfolgend erwähnten die größte Bedeutung haben.

Informationsgehalt. Das Gehör ist als jederzeit voll funktionsfähiges Alarmsystem angelegt und das Gehirn kann auch während des Schlafs Informatio-

nen perzipieren, analysieren und adäquat beantworten. Deshalb werden unterschiedliche Geräusche bei gleicher akustischer Belastung unterschiedlich beantwortet. Der Informationsgehalt, der überwiegend aus der Erfahrung einer Person mit einem bestimmten Geräusch resultiert, erklärt die in nahezu allen Untersuchungen beobachteten inter-individuellen Unterschiede und – da er sich im Laufe der Zeit ändern kann – die Möglichkeit der Gewöhnung und der Sensibilisierung.

Gewöhnungsprozesse wurden in nahezu allen über mehrere Nächte durchgeführten Untersuchungen beobachtet (Basner et al. 2004, Griefahn 1985), verlaufen bei den einzelnen Funktionssystemen jedoch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Schnelle, oft sogar vollständige Gewöhnungen zeigt die subjektive Bewertung der Schlafqualität, während die autonomen Funktionsänderungen und Körperbewegungen weder innerhalb einer noch mehrerer Nächte Gewöhnungstendenzen zeigen. Bei Aufwachreaktionen und anderen elektrophysiologisch indizierten Änderungen der Schlaftiefe bleibt der Gewöhnungsprozess in der Regel unvollständig. Darauf weisen Feldexperimente hin, in denen nach der Einführung von Schallschutzmaßnahmen schnelleres (Wieder-)Einschlafen, weniger intermittiertes Aufwachen, höhere REM-Anteile, weniger Körperbewegungen und eine bessere Beurteilung der Schlafqualität registriert wurden. Dabei ist allerdings nicht auszuschließen, dass es sich hierbei um nur passagere Änderungen handelt, zumal sich das Schlafverhalten der Anrainer von Flughäfen, an denen der Flugbetrieb vorübergehend eingestellt oder erheblich ausgeweitet worden war, kaum änderte (Eberhardt 1987, Fidell et al. 1994, Griefahn 1985, Griefahn et al. 2000).

Neben der Gewöhnung greifen Kompensationsmechanismen, durch die der Wiedereinschlafprozess nach lärmbedingtem Aufwachen kürzer wird und die tieferen Schlafstadien schneller erreicht werden, so dass die Änderung des Gesamtschlafs oft überraschend gering ausfällt.

Zeitliche Struktur der Geräusche. Intermittierte Geräusche, bei denen die Maximalpegel um mindestens 10 dB(A) über dem äquivalenten Pegel liegen und die einzelnen Schallereignisse deutlich voneinander getrennt wahrgenommen werden, charakterisieren den Luft- und den Schienenverkehr sowie den nächtlichen durch geringe Verkehrsdichte gekennzeichneten Straßenverkehr. Diese Geräusche stören bei gleichem äquivalentem Pegel stärker als eher kontinuierliche Geräusche, also insbesondere der Straßenverkehr mit tagsüber hoher Verkehrsdichte.

Schallpegel. Abgesehen vom Informationsgehalt wird das Ausmaß der Reaktion im Wesentlichen durch den Maximalpegel, weniger durch den äquivalenten Pegel bestimmt. Abbildung C.5 zeigt die Wahrscheinlichkeit lärmbedingter Aufwachreaktionen, wie sie von Basner et al. (2004) im Rahmen der weltweit größten und mit erheblichem methodischen Aufwand (Polysomnogramm) durchgeführten Untersuchung zur Wirkung des Fluglärms auf den Schlaf ermittelt wurde. Die Daten beruhen auf der Beobachtung von 112 Personen

im Alter von 18 – 65 Jahren, die je 13 aufeinander folgende Nächte im Labor schliefen und dem Geräusch startender und landender Flugzeuge ausgesetzt waren, deren Anzahl zwischen 4–128 und deren Maximalpegel zwischen 45 und 80 dB(A) variiert wurde. Hinzu kamen 64 Anwohner des Flughafens Köln-Bonn, deren Schlafverhalten methodisch entsprechend aber in der gewohnten Situation zu Hause beobachtet worden war, wo die Maximalpegel am Ohr der Schläfer bis 73 dB(A) reichten. Als Schwelle fluglärmbedingter Aufwachreaktionen ergab sich in der Feldstudie ein Maximalpegel von ca. 33 dB(A). Mit einem Anstieg der Pegel um 10 dB(A) erhöhte sich die Aufwachwahrscheinlichkeit um jeweils 2–3%. Diese Ergebnisse entsprechen weitgehend denen einer ausgedehnten am Flughafen Schiphol durchgeführten Studie, in der an Stelle des Polysomnogramms die Körperbewegungen von 418 Personen im Alter von 18 bis 81 Jahren über je 11 Nächte registriert worden waren (Passchier-Vermeer et al. 2002). Höhere Schwellenwerte bei ähnlich geringfügigem Anstieg ergaben die Untersuchungen an britischen und an US-amerikanischen Flughäfen (Fidell et al. 1995, Ollerhead et al. 1992).

Die Auslöseschwellen *kardiovaskulärer Reaktionen* sind während des Schlafs um 10 dB(A) niedriger als während des Wachzustands. Dosis-Wir-

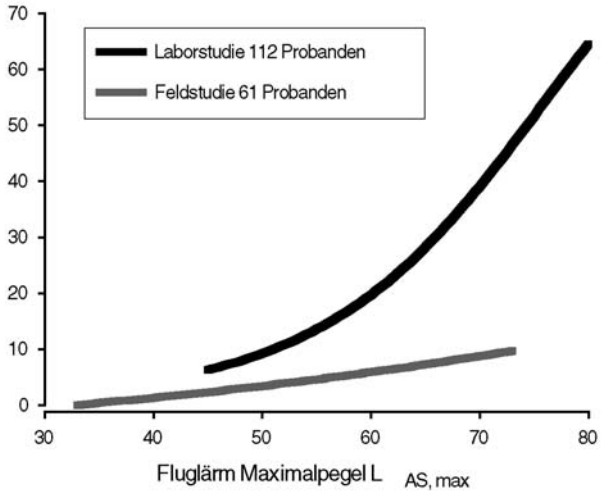


Abb. C.5: Aufwachwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Fluglärm-Maximalpegel bei 128 im Labor und 64 in der Realsituation untersuchten Anrainern des Flughafens Köln-Bonn (Basner et al. 2004)

kungsbeziehungen zwischen Pegel und Reaktionsausmaß sind umstritten, die Latenz zwischen Reiz und Reaktion scheint jedoch mit zunehmendem Maximalpegel kürzer zu werden (Muzet et al. 1985, Whitehead & Hume 2001).

Der Nachweis von *Stresshormonen* erfolgt über deren Ausscheidung im Harn. Da dies aber nur über gewisse Zeiträume möglich ist, in denen weitere

Stressoren auf den Organismus einwirken, lässt sich der Beitrag des Lärms vor allem in Feldstudien nicht quantifizieren.

Die Zunahme von Adrenalin und Noradrenalin, die gelegentlich in den ersten ein bis zwei Nächten beobachtet wurde, hat keine gesundheitliche Relevanz, da die gemessenen Mengen noch im physiologischen Bereich liegen.

Angaben über die unter Lärmbelastung ausgeschiedenen Cortisolmengen sind insgesamt widersprüchlich und Zunahmen beschränken sich oft auf die ersten Nächte (Maschke et al. 1995, Harder et al. 1999). Die vorliegenden Arbeiten lassen offen, ob erhöhte Cortisolspiegel auf Dauer möglich sind. In der Untersuchung von Basner et al. (2004) zeigten sich bei den Anwohnern des Flughafens Köln-Bonn keine mit der akustischen Belastung ansteigenden Werte, während im Labor – allerdings oberhalb der im Feld gemessenen Belastungen – erhöhte Werte registriert wurden. Da der Mensch im Wesentlichen auf Änderungen reagiert, ist die Emergenz (die Differenz zwischen äquivalentem Pegel und Maximalpegel) die vermutlich entscheidende, bisher jedoch völlig unzureichend untersuchte Größe. Die Schwellendifferenz, oberhalb welcher Reaktionen zu erwarten sind, liegt bei etwa 8–10 dB(A) (Eberhardt et al. 1987).

Anzahl. Die Häufigkeit lärmbedingter Aufwachreaktionen und Körperbewegungen nimmt mit der Anzahl der Schallreize zunächst zu. Der Anstieg wird jedoch zunehmend geringer und das Risiko evozierter Aufwachreaktionen und Körperbewegungen bezogen auf den einzelnen Schallreiz kleiner (z. B. Griefahn 1985), so dass eine Wiederabnahme der Reaktionshäufigkeit oberhalb von 30–40 Ereignissen plausibel ist.

Weitere akustische Merkmale. Häufigkeit und Ausmaß der Reaktion werden – in begrenztem Umfang auch durch weitere akustische Merkmale, wie etwa die Dauer und die Frequenzspektren der einwirkenden Geräusche bestimmt.

Individuelle und situative Einflussfaktoren

Lebensalter. Da Gesamtschlafzeit, Tief- und Traumschlaf mit dem Lebensalter kürzer werden und der Flachschlaf überwiegt, nimmt die Empfindlichkeit gegenüber äußeren Einwirkungen zu. In den ersten 15 Lebensjahren fällt die Reaktionsschwelle kontinuierlich ab und Kinder sind generell um 10–20 dB(A) weniger empfindlich als Erwachsene (Eberhardt 1987, Kahn 2002). Bei Erwachsenen ist die Beziehung zwischen der Reagibilität und dem Alter hingegen unklar. So fanden Basner et al. (2004) die geringste, Passchier-Vermeer et al. (2002) die höchste Empfindlichkeit in der Gruppe der 40 bis 50-Jährigen. Im hohen Alter ist die Empfindlichkeit aber wohl gesteigert, wobei die Gesamtzahl intermittierter Wachphasen im Vergleich zu ungestörten Nächten oft unverändert bleibt, weil ältere Menschen habituell häufiger aufwachen und der Lärm lediglich eine Umverteilung der Wachphasen bewirkt: an die Stelle spontaner Wachphasen treten nun vermehrt evozierte Wachperioden (Eberhardt 1987, Griefahn 1985, Muzet et al. 1980).

Geschlecht. Nur wenige Untersuchungen bestätigen die Annahme, dass Frauen gegenüber nächtlichen Lärmeinwirkungen empfindlicher sind. Unter Berücksichtigung der Arbeiten der letzten Dekaden scheinen hingegen beide Geschlechter etwa gleich stark auf Lärm zu reagieren (Aufwachreaktionen, Körperbewegungen, kardiovaskuläre Reaktionen) (Basner et al. 2004, Griefahn et al. 1985, Passchier-Vermeer et al. 2002).

Persönlichkeitsmerkmale. Personen mit neurotischen Tendenzen, höherer Ängstlichkeit und Lärmempfindlichkeit reagieren im Vergleich zu eher unauffälligen Personen in der Tat stärker auf nächtliche Schallreize (z. B. Basner et al. 2004, Öhrström & Björkman 1988, Passchier-Vermeer et al. 2002).

Zirkadiane Phasenlage. Die Wahrscheinlichkeit lärmbedingter Aufwachreaktionen und Körperbewegungen steigt im Laufe der Nacht allmählich an, wozu die allmählich abfallende Schlaftiefe, die fortschreitende Entmüdung, die Erholung des Gehörs und der gegen Morgen ansteigende sympathische Tonus beitragen (Basner et al. 2004, Fidell et al. 1994, Griefahn et al. 2005, Passchier-Vermeer et al. 2002).

Unter ungünstigen Bedingungen schlafen Nachtarbeiter. Deren Schlafdauer ist am Tage – unter sonst vergleichbaren akustischen Bedingungen – um 1 bis 2 Stunden, in der Realsituation wegen des um 7–15 dB(A) höheren äquivalenten Pegels und des hohen Anteils besonders störender informationshaltiger Geräusche um bis zu 4 Stunden verkürzt.

Schlaftiefe. Entsprechend der Definition der Schlaftiefe nimmt die Wahrscheinlichkeit für das Auslösen von Aufwachreaktionen, Körperbewegungen und kardiovaskulären Reaktionen im NREM-Schlaf vom Stadium 1 bis zum Stadium 4 hin ab. Die Reaktion im Stadium REM fällt extrem unterschiedlich aus, so dass dieses Stadium sowohl dem Leicht- als auch dem Tiefschlaf zugerechnet wird (Muzet et al. 1980, 1985, Whithead & Hume 2001).

Situative Einflüsse (Labor versus Feld). Die erste Nacht in einer neuen Umgebung ist üblicherweise durch längere Einschlafzeiten und vermehrte intermittierte Wachphasen gekennzeichnet (First-Night-Effect) und wird daher in den statistischen Auswertungen wissenschaftlicher Untersuchungen meist nicht berücksichtigt. Obwohl sich danach ein ‚steady state' einstellt, bleibt die Empfindlichkeit gegenüber der Einwirkung von Lärm möglicherweise erhöht. Dies lässt sich zumindest aus den Untersuchungen von Basner et al. (2004) ableiten, in denen 20 Anwohner des Flughafens Köln-Bonn auf die im Labor präsentierten Geräusche stärker als auf den in ihrer gewohnten häuslichen Umgebung einwirkenden Fluglärm reagierten (Griefahn 1985, Whitehead & Hume 2001).

3.3.5 Sekundäre lärmbedingte Schlafstörungen

Schlafstörungen werden von den Betroffenen wegen ihrer Nachwirkungen, der als schlechter empfundenen Schlafqualität und der Beeinträchtigung

von Stimmung und Leistung als besonders gravierend eingestuft. Die subjektive Schlafqualität ist insbesondere durch Dauer und Verlauf erinnerter Wachphasen bestimmt (Einschlafphase, intermittierte Wachphasen, vorzeitiges Aufwachen). Das subjektive Urteil hängt dabei vor allem vom Verteilungsmuster der einwirkenden Geräusche, von der Persönlichkeit, von personalen Eigenschaften und von der aktuellen Situation ab. So wirken sich intermittierte Geräusche stärker aus als eher kontinuierliche Geräusche, lärmempfindliche Personen sind stärker beeinträchtigt, Kinder sind um ca. 10 dB(A) weniger empfindlich und zu Beginn der Nacht erfahrene Schlafstörungen werden als weniger belastend empfunden.

Während die subjektiven Reaktionen im Labor oft schnelle, teilweise sogar vollständige Gewöhnungen zeigen, deuten Langzeitbeobachtungen in der Realsituation – in Übereinstimmung mit den objektivierbaren Aufwachreaktionen – selbst bei langjährigen Anwohnern stark befahrener Straßen auf eine nur unvollständige Gewöhnung hin.

Berichte über die Arbeitsgeschwindigkeit und die Fehlerrate in Leistungstests sind im Allgemeinen kontrovers; die Effekte sind gering und eindeutige Kausalattribuierungen nicht möglich. Nicht auszuschließen ist, dass die Leistung möglicherweise allein durch die aktuelle Testsituation bestimmt ist, insbesondere in Feldstudien, in denen der Verkehrslärm unverändert bzw. sogar stärker als in der Nacht auf den Probanden einwirkt (z.B. Basner et al. 2004).

In einer kürzlich abgeschlossenen Untersuchung, in der 24 Probanden in jeweils drei aufeinander folgenden Wochen unter der Einwirkung von Straßen-, Schienen- und Flugverkehr schliefen, wurden erstmals speziell auf exekutive Funktionen im Frontalhirn ausgerichtete Leistungstests angewendet, die eine mit dem Pegel zunehmende Reaktionszeit zeigten (Abb. C.6).

3.3.6 Langfristige Änderungen (Tertiärreaktionen)

Obwohl die Annahme, dass chronische Schlafstörungen jedweder Genese zur Manifestation multifaktorieller Erkrankungen beitragen, plausibel ist,

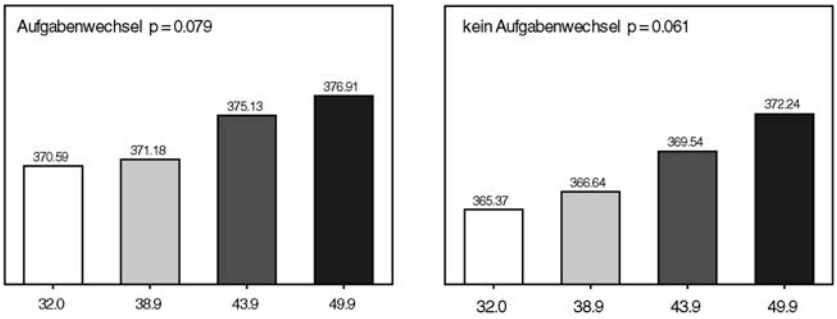


Abb. C.6: Reaktionszeiten nach lärmbedingten Schlafstörungen in Beziehung zum äquivalenten Pegel

lassen sich Kausalzusammenhänge bisher nicht beweisen. Es scheint aber gesichert zu sein, dass Anwohner stark frequentierter Verkehrswege und Anrainer von Flughäfen, insbesondere lärmempfindliche Personen vermehrt über Einschlafschwierigkeiten und intermittiertes Aufwachen klagen (z. B. Öhrström et al. 1998). In wie weit die Beobachtung einiger Autoren (z.B. Ollerhead & Diamond 1993) zutrifft, dass die Anzahl erinnerter Wachphasen mit der Lärmbelastung nur minimal, die der auf Lärm zurückgeführten aber deutlich ansteigt, bleibt offen, ebenso wie die Frage, ob es sich hierbei um eine durch Lärm bedingte Zunahme evozierter Störungen zu Lasten spontan auftretender Wachphasen handelt oder um eine Neigung, ohnehin auftretende Schlafstörungen vermehrt auf Lärm zurückzuführen (Griefahn et al. 1985, Langdon & Buller 1977).

Auch die Annahme eines vermehrten mit der nächtlichen Lärmbelastung einhergehenden Konsums an schlafförderndenden Medikamenten, wurde kontrovers beantwortet. Ein möglicher Indikator der subjektiven und langfristigen Lärmbelastung kann hingegen das mit zunehmender Belastung nachts häufiger geschlossene Fenster sein (Griefahn et al. 1985, 2000, Ising & Braun 2000).

3.3.7 Bewertung nächtlicher Lärmbelastungen

Lärmbedingte Schlafstörungen sind eher moderat und deren Relevanz ist im Hinblick auf sekundäre insbesondere aber auf Langzeiteffekte noch unklar. Einige wenige Untersucher vertreten zwar die Auffassung, dass die nicht gewöhnungsfähigen vegetativen Reaktionen entscheidend sind, im Allgemeinen wird jedoch den durch Lärm verursachten Aufwachreaktionen die größte Bedeutung zugemessen, weshalb sich die meisten Vorschläge zur Definition von Grenzwerten auf dieses Kriterium beziehen.

Im Hirnstrombild diagnostizierte Wachphasen sind auch im ungestörten Schlaf relativ häufig und werden mit durchschnittlich 24 angegeben, wovon allerdings die wenigsten morgens erinnert werden. Dies ist in der Regel erst dann der Fall, wenn sie mindestens drei bis vier Minuten andauern (Baekeland & Hoy 1971). Untersuchungen von Basner et al. (2004) haben gezeigt, dass durch Maximalpegel von bis zu 65 dB(A) ausgelöste Wachphasen in der Regel nach bereits 1.5 Minuten beendet, damit also kaum erinnerlich sind.

Da der Mensch vor allem auf Änderungen reagiert, eignet sich der äquivalente Pegel lediglich zur Bewertung eher kontinuierlicher Geräusche, wie etwa des Straßenverkehrs bei hoher Verkehrsdichte (Griefahn 1985). Die Ungenauigkeit der Bewertung durch den äquivalenten Pegel beruht darauf, dass dieser sich auf jeweils längere Zeiträume (in der Regel acht Stunden) bezieht, wodurch die Information über die zeitliche Struktur und die Dynamik der Geräusche verloren geht. Auf der Wirkungsseite tragen – abgesehen vom Lärm – weitere, qualitativ andere, jedoch gleichartig wirkende Reize zur Gesamtreaktion bei.

Dementsprechend beziehen sich die zur Begrenzung der Lärmbelastung vorgeschlagenen (und zwischen 32 und 40 dB(A) variierenden) äquivalenten Pegel vorwiegend auf den lebhaften Straßenverkehr (Eberhardt et al. 1987, Griefahn 1986, Miedema 1992).

Zur Bewertung intermittierter Geräuschsituationen Schienen- und Luftverkehr sowie durch Straßenverkehr geringer Dichte eignet sich der äquivalente Pegel nur als zusätzliches Kriterium, durch welches die Anzahl der Ereignisse begrenzt werden kann. Entscheidend sind hier der Maximalpegel und die Kenntnis von Dosis-Wirkungskurven, auf deren Grundlage dann Entscheidungen darüber zu treffen sind, welche Reaktionen als noch unbedenklich einzustufen sind.

Im Sinne einer wirkungsorientierten Begrenzung nächtlicher Lärmbelastungen werden in der neueren Literatur (Basner et al. 2005, Griefahn 1992, Spreng 2001) zunächst bestimmte, gerade noch zulässige Reaktionen vorgegeben und akustische Belastungen errechnet, die den vorgegebenen Wert nicht überschreiten. Ein solches wirkungsorientiertes Schutzkonzept wurde kürzlich vom DLR erarbeitet und erstmals am Flughafen Leipzig/Halle realisiert (Basner et al. 2005). Es geht davon aus, dass in den 6 betriebsreichsten Monaten im Mittel weniger als eine fluglärmbedingte Aufwachreaktion je Nacht zulässig ist und ein erinnerungsfähiges (mehr als drei bis vier Minuten dauerndes) Aufwachen vermieden werden soll.

Da die Empfindlichkeit gegenüber exogenen Reizen im Laufe der Nacht zunimmt, empfiehlt es sich, lautere Ereignisse nur in den ersten Nachtstunden zuzulassen, wodurch sich die Chance ergibt, am Anfang der Nacht erlebte Schlafstörungen in der belastungsarmen Zeit zu kompensieren (Griefahn 1977, Maschke 1992). Die in der WHO-Richtlinie (Berglund et al. 1999) genannten Werte (Maximalpegel 40 dB(A)), Mittelungspegel 30 dB(A)) stellen keine Grenzwerte der Belastbarkeit dar; sie weisen vielmehr einen sicheren Bereich aus, in dem selbst geringere Störungen, wie etwa Schlafstadienwechsel, nicht mehr zu erwarten sind.

3.4 Autonome Funktionsänderungen

Lärm verursacht – wie viele andere Umweltreize auch – sympathikotone Erregungen des autonomen (vegetativen) Nervensystems und bewirkt zahlreiche physiologische Reaktionen, wie mäßige Steigerung der Herzschlagfrequenz, des Gefäßwiderstands und des Blutdrucks, vermehrte Ausschüttung von Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol, erhöhte Freisetzung von Fettsäuren, Triglyzeriden und Serumcholesterol. Dieser zunächst sinnvolle und lebensnotwendige Anpassungsprozess wird direkt durch Lärm verursacht und nicht emotional vermittelt. Emotionen werden jedoch entsprechend beantwortet, so dass die Reaktion auf neuartige und/oder unangenehm empfundene Geräusche stärker ausfällt.

Die physiologisch orientierte Lärmwirkungsforschung konzentrierte sich im Wesentlichen auf die vegetativ-hormonellen Reaktionen, zumal ange-

nommen wird, dass sich auf deren Basis letztendlich kardiovaskuläre Erkrankungen entwickeln.

Akute kardiovaskuläre Reaktionen auf Lärm

Die Auslöseschwelle kardiovaskulärer Reaktionen liegt am Tage zwischen 65 und 70 dB(A), in der Nacht 10 dB(A) niedriger (Jansen 1967, Muzet et al. 1985). Unmittelbar nach Reizbeginn zeigt die Herzschlagfrequenz einen passageren Anstieg, während die periphere Durchblutung nach kurzer Verzögerung abfällt, das Minimum nach ca. 8 Sekunden erreicht, um danach langsam zum Ausgangswert zurückzukehren (Abb. C.7).

Das Ausmaß dieser Reaktionen ist sowohl mit dem Schallpegel als auch mit der Bandbreite der einwirkenden Schalle durch Dosis-Wirkungsbeziehungen verknüpft (z. B. Jansen 1967), wird aber durch zahlreiche individuelle und situative Faktoren modifiziert.

Einen wesentlichen Einfluss hat das Alter, mit dem die vaskulären Reaktionen allmählich geringer werden, während die gelegentlich berichteten, mit dem Geschlecht assoziierten Unterschiede im Mittel gering und biologisch kaum relevant sind.

Personen mit hoher Lärmempfindlichkeit und mit neurotischen Tendenzen, also Merkmalen, die häufig miteinander assoziiert sind, reagieren meist stärker als robuste Personen, weil zu der physikalisch evozierten Reaktion eine emotionale Komponente hinzukommt.

Schon im Vorfeld manifester Hypertonien fällt die Reizantwort stärker aus. So zeigen kreislaufgesunde Personen mit entsprechender familiärer Belastung stärkere lärminduzierte Blutdrucksteigerungen als familiär nicht

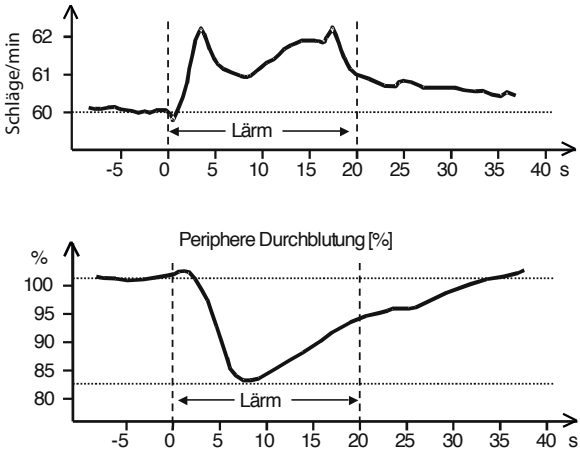


Abb. C.7: Mittlerer Verlauf der kardiovaskulären Reaktionen (75 Frauen, 74 Männer, 30–60 Jahre) auf die Einwirkung von rosa Rauschen, Straßenverkehrs- und Impulsgeräuschen (Dauer je 19 Sekunden, LAeq: 62, 68, 74, 80 dB) (Griefahn & Di Nisi 1992)

belastete Personen (Theorell 1994). Bei manifesten Erkrankungen ist mit erhöhter Reagibilität (Empfindlichkeitssteigerung) zu rechnen, die – je nach Erkrankungsschwere – zwischen 10 und 30 dB(A) liegt (Griefahn 1982).

Einen weiteren Einfluss haben biorhythmische Änderungen des vegetativen Tonus. Daher ist die Reaktion in der eher sympatikotonen Phase des Tages geringer als in der eher vagotonen Phase der Nacht und im Verlauf des Menstruationszyklus in der ersten Zyklushälfte stärker als in der nachfolgenden Phase.

Stresshormone (Katecholamine und Cortisol)

Anders als die kardiovaskulären Reaktionen ergeben die in labor- und feldexperimentellen Untersuchungen registrierten endokrinen Reizantworten ein sehr heterogenes Bild. Unter der Einwirkung von Lärm wurden sowohl vermehrte als auch gleichbleibende und sogar abfallende Hormonausschüttungen beobachtet, wobei die Änderung der einzelnen Hormone keineswegs gleichsinnig verläuft und Dosis-Wirkungsbeziehungen weder für Maximalpegel noch Häufigkeit und Dauer der Geräusche bestehen. Ebenso wenig ließ sich eine nach Lärmart differenzierte Reaktion demonstrieren.

Wegen stark divergierender Studiendesigns, qualitativ und quantitativ unterschiedlicher Lärmbelastungen am Arbeitsplatz und in der Umwelt, erheblich voneinander abweichender methodischer Ansätze und unterschiedlicher Probandenkollektive sind die bisherigen Untersuchungen nur schwer zu bewerten und lassen definitive Schlussfolgerungen kaum zu. Griefahn et al. (2003) stellten aus insgesamt 44 Arbeiten stammende Angaben über das Verhalten der Stresshormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol bzw. deren Derivaten unter Lärmeinwirkung zusammen. Von 29 Untersuchungen, in denen die Katecholaminausschüttung unter Lärm bestimmt worden war, ergaben sich signifikante Zunahmen von Adrenalin in nur sechs Studien und von Noradrenalin in acht Studien. Die übrigen Untersuchungen zeigten keine Änderungen oder sogar einen Abfall dieser Hormone. Bei mehrtägigen Untersuchungen blieb die erhöhte Katecholaminausscheidung überdies meist auf die ersten ein bis zwei Tage begrenzt. Ähnlich verhält es sich mit dem Cortisol. In lediglich sieben von insgesamt 34 Studien, in denen die Cortisolausscheidung bestimmt worden war, ergab sich unter Lärmeinwirkung ein Anstieg, in den übrigen Untersuchungen zeigte sich keine Änderung oder sogar eine Senkung.

In der weltweit größten und methodisch aufwändigsten Untersuchung beobachteten Basner et al. (2004) 112 Probanden, die jeweils 13 aufeinander folgende Nächte im Labor schliefen und in neun Nächten einer Anzahl von vier bis 128 Überflügen mit Maximalpegeln zwischen 45 und 80 dB(A) ausgesetzt waren, sowie 64 Flughafenanrainer, die sie ebenfalls 9 Nächte lang in ihrer gewohnten Umgebung untersuchten. Die über Nacht ausgeschiedenen Katecholamine waren weder im Feld noch im Labor durch Lärm beeinflusst, weder durch den äquivalenten Pegel noch durch die Anzahl oder die Maximalpegel der Überflüge. Die Ausscheidung des Cortisols zeigte im Labor aber eine gewisse Zunahme bei den akustischen Belastungen, die über den im Feld beobachteten lagen.

4 Sekundäre Lärmwirkungen

4.1 Leistungsbeeinträchtigungen

Schon in den 50er Jahren wurde vermutet, dass Lärm kognitive Funktionen, also grundlegende Prozesse des menschlichen Denkens und Problemlösens, der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses beeinträchtigt. Laborexperimentelle Untersuchungen kamen zunächst jedoch zu widersprüchlichen Ergebnissen, die von einer Beeinträchtigung bis hin zur Verbesserung der Leistung reichten und deren Ursache u. a. in der Persönlichkeit der Probanden, den in der Realsituation kaum relevanten artifiziellen Geräuschen (weißes oder rosa Rauschen) sowie der Art der Leistungstests lag (Smith & Broadbent 1992). Neuere Forschungsansätze, mit denen die Effekte realer Geräuschszenarien und spezifischer Geräuschcharakteristika auf die einzelnen Schritte der Informationsverarbeitung untersucht werden, zeigen, dass irrelevante, in keinem inneren Zusammenhang mit der aktuellen Tätigkeit stehende Geräusche die kognitive Leistung schon bei moderaten Pegeln beeinträchtigen können (z. B. Hygge et al. 1998).

Irrelevanter Schall kann die *Enkodierung,* die Wahrnehmung und den Transfer externer Informationen in das Gedächtnis stören. Potentiell betroffen sind alle Leistungen, für die die akustische Information bedeutsam ist und wenn diese (partiell) vom Störschall maskiert wird. Schall behindert aber auch die Enkodierung visueller Informationen, also auch solche Leistungen, deren Ausführung von akustischen Signalen unabhängig ist.

Akustische Reize können die auf bestimmte Objekte oder Vorgänge fokussierte *Aufmerksamkeit* ablenken und so die Aufnahme auditiv und visuell präsentierter Informationen stören. Die willentliche Unterdrückung solcher Orientierungsreaktionen führt zu erhöhter Anspannung und Konzentration und beansprucht mentale Kapazitäten, die für die weitere Informationsverarbeitung dann nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Folgen sind Beeinträchtigungen von Arbeitsgedächtnisfunktionen und schnellere Ermüdung ebenso wie die Vernachlässigung des peripheren Geschehens mit Überhören oder Übersehen von Informationen.

Im *Arbeitsgedächtnis* werden aktuelle Informationen kurzzeitig gespeichert und mit nachfolgenden bzw. mit Informationen aus dem Langzeitgedächtnis verknüpft. Das Arbeitsgedächtnis besteht (theoretisch) aus einer zentralen Steuereinheit sowie einem phonologischen und einem visuell-räumlichen (Hilfs-)System (Baddeley 1998). Lärmwirkungen betreffen vor allem das pho-

nologische Arbeitsgedächtnis, das auch bei der Verarbeitung schriftlich präsentierten Wortmaterials eine Rolle spielt (innere Sprache). Betroffen ist dabei insbesondere das serielle Behalten sprachlicher Informationen.

Da das *Verstehen gelesener und gehörter Sätze* von den kognitiven Grundfunktionen (Enkodierung, Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis) abhängt, stört Lärm konsekutiv auch das Satzverstehen (z. B. Banbury et al. 1998). Dies wird insbesondere bei solchen Sätzen evident, deren Sinn bzw. grammatikalische Richtigkeit sich erst am Satzende enthüllt. Werden solche Sätze, bei denen z. B. das Objekt vor dem Subjekt steht, infolge von Störgeräuschen nicht in der richtigen Wortreihenfolge erinnert, so bleibt der gesamte Satz unverständlich.

Art und Ausmaß der Störungen sind in erster Linie durch die temporal-spektrale Struktur der Geräusche determiniert. Das Verstehen relevanter akustischer Informationen ist durch gleichzeitig einwirkende irrelevante Geräusche umso stärker gestört, je mehr sich die Frequenzspektren und die Zeitstruktur von Informations- und Störschall entsprechen. Kontinuierlicher Lärm kann Sprachlaute maskieren und dadurch das Sprachverstehen beeinträchtigen. Intermittierter, als Folgen unterschiedlicher Einzelereignisse wahrgenommener Schall lenkt zusätzlich die Aufmerksamkeit ab und interferiert mit Arbeitsgedächtnisprozessen. Geräusche mit stark fluktuierenden Frequenzen und Pegeln, wie etwa die Sprache stören vor allem Speicherprozesse im phonologischen Arbeitsgedächtnis, deren Ausmaß in einem weiten Bereich von L_{Aeq} = 40 bis 95 dB nicht vom Pegel abhängt (z. B. Jones & Morris 1992, Ellermeier & Hellbrück 1998). Bezüglich der Schwankungsstärke, also der Änderung der Pegel ist das Maximum der Störwirkung bei 4 pro Sekunde erreicht, was der normalen Sprechgeschwindigkeit von 4 Silben pro Sekunde entspricht.

Falsch oder nicht verstandene Informationen können bei Entscheidungsprozessen zu Gunsten kürzerer Entscheidungszeiten und zu Lasten höherer Fehlerraten sowie infolge neurologischer Aktivierungen (arousal) zu vorzeitigen Ermüdungen führen.

4.1.1 Untersuchungen des Leistungsverhaltens von Kindern

Das Ausmaß kognitiver Störungen hängt in erster Linie vom aktuellen Entwicklungsstand ab. Kinder reagieren empfindlicher auf Störungen, weil ihre kognitive Kapazität und ihre Fähigkeit, Stressoren aus der Umwelt zu antizipieren und zu bewältigen noch unterentwickelt ist. Langfristig können aus den in der frühen kindlichen Entwicklung erfolgten Störungen gravierende Defizite resultieren.

4.1.1.1 Experimentelle Untersuchungen

In einem groß angelegten Feldexperiment lasen mehr als 1 300 Kinder im Alter von zwölf bis 14 Jahren in Ruhe bzw. unter Einwirkung isoliert oder in Kombination eingespielter Verkehrsgeräusche sowie eines irrelevanten Hin-

tergrundsprechens Texte, zu denen sie in der darauf folgenden Woche befragt wurden (Hygge 2003). Alle Geräusche wurden mit L_{Aeq} = 66 dB, Flug- und Straßenverkehrslärm zusätzlich mit L_{Aeq} = 55 dB appliziert. Das Langzeitgedächtnis war am stärksten durch Fluglärm und am wenigsten durch Schienenverkehrslärm sowie durch das Hintergrundsprechen gestört, wobei Fluglärm – anders als Straßenverkehrslärm – schon bei einem L_{Aeq} = 55 dB wirksam war. In einem Laborexperiment bestätigte sich die Wirkung irrelevanter Sprache auf das episodische Gedächtnis von Kindern (Erinnerung und Wiedererkennen) (Bomann 2003).

4.1.1.2 Feldstudien

Wegen der bei Kindern befürchteten langfristigen Folgen chronischer Lärmexposition wurden umfangreiche Feldstudien durchgeführt, in denen die (schulische) Leistung von Kindern mit hoher und geringer akustischer Belastung der Schulen bzw. des Wohnumfeldes miteinander verglichen wurden. Trotz teilweise gravierender methodischer Mängel (u. a. unzureichende Berücksichtigung soziodemografischer Confounder, Fehlen von Messdaten, aus denen sich die individuelle Lärmbelastung der Kinder ergibt) weisen die Ergebnisse der Mehrzahl dieser Untersuchungen aber jeweils in die gleiche Richtung, so dass von einer eindeutig adversen Wirkung des Lärms auf kognitive Leistungen auszugehen ist.

Querschnittstudien wurden überwiegend mit Acht- bis Zwölf-Jährigen durch Fluglärm belasteten Kindern durchgeführt. Untersuchungen von Kindern im Vorschulalter weisen aber in die gleiche Richtung ebenso wie die wenigen Untersuchungen zur Wirkung von Straßen- und Schienenverkehrslärm. Die Ergebnisse jährlich durchgeführter landesweiter Leistungssurveys aus 362 bzw. 123 Schulen im Umkreis der New Yorker Flughäfen bzw. des Londoner Flughafens Heathrow erlaubten die Darstellung von Dosis-Wirkungsbeziehungen, also eines mit der Fluglärmbelastung stärker werdenden Leistungsabfalls. Nach Berücksichtigung soziodemografischer Variablen relativierte sich dieser Zusammenhang, blieb tendenziell aber erhalten (Haines et al. 2002, Stansfeld & Haines 2002).

Erhebungen mittels spezieller Fragebögen und Tests ergaben bei Kindern aus fluglärmbelasteten Schulen, abgesehen vom Gefühl der Belästigung – Beeinträchtigungen des Langzeitgedächtnisses und der Fähigkeit, Texte zu lesen und zu verstehen. Aufmerksamkeit und Motivation zur Bewältigung schwieriger Aufgaben (Puzzles) waren deutlich reduziert (Cohen et al. 1981, Hygge et al. 2002, Haines et al. 2001a, b, c). Bei experimenteller Beschallung reagierten die chronisch belasteten Kinder mit stärkeren Defiziten des sequentiellen Behaltens und weiterer mentaler Leistungen.

Die methodisch aufwändigste, von der EU geförderte RANCH-Study (Road Traffic and Aircraft Exposure in Children's Cognition and Health: Exposure Effect Relationships and Combined Effects) fokussiert auf das Verhalten Neun- bis Zehn-Jähriger Kinder mit chronischer Belastung durch

Flug- und Straßenverkehrslärm (Stansfeld et al. 2005). Im Umfeld der Großflughäfen Madrid, London-Heathrow und Amsterdam-Schiphol wurden insgesamt 89 Schulen mit 2832 Schülern ausgewählt, die in einem durch je vier für Straßen- und Flugverkehrslärm definierten Belastungsstufen liegen. Die Kinder und deren Eltern beantworteten Fragebögen zur Gesundheit, zum Schlaf und zur Belästigung. Spezielle Leistungstests prüften das Verstehen von Texten, das Arbeits- und das Langzeitgedächtnis sowie die Fähigkeit zu anhaltender Aufmerksamkeit. Es wurden zahlreiche soziodemografische Confounder berücksichtigt. Die Ergebnisse bestätigten im Wesentlichen die der schon zitierten Untersuchungen. Fluglärm (nicht jedoch Straßenverkehrslärm) war in einer Dosis-Wirkungsbeziehung mit dem Textverstehen verknüpft, ebenso mit einer Beeinträchtigung des Gedächtnisses (Wiedererkennen). Beide Lärmarten waren mit dem Gefühl der Belästigung und verminderter Lebensqualität assoziiert, keine hingegen mit der Aufmerksamkeit, mit persönlichem Gesundheitsempfinden oder mit psychomentaler Gesundheit.

Längsschnittstudien, in denen dieselben Kinder wiederholt untersucht wurden, sind selten und umfassen nur kurze Zeiträume von etwa einem Jahr. Da sich die kognitive Entwicklung im Kindesalter mit stark unterschiedlicher Geschwindigkeit vollzieht, sind die Ergebnisse, insbesondere dann, wenn keine Kontrollgruppen untersucht wurden, nur schwer zu interpretieren. Insgesamt deutet sich aber, wie schon aus Querschnittsuntersuchungen vermutet, eine mit zunehmender Lärmbelastung stärker werdende Beeinträchtigung an (Bronzaft 1981, Cohen et al. 1973, 1981, Haines et al. 2001a, Hygge et al. 2002).

Interventionstudien. 1992 wurde der gesamte am Flughafen München Riem abgewickelte Verkehr innerhalb von 24 Stunden auf den neuen Flughafen verlagert. Vor und nach dieser für die Betroffenen gravierenden Änderung der Lärmbelastung wurden an beiden Flughäfen Exponierte und geeignete Kontrollgruppen untersucht, wobei sich zeigte, dass die Leistung der vormals am alten Flughafen exponierten Kinder nach der Intervention besser wurde, in der Expositionsgruppe am neuen Flughafens jedoch abfiel (Hygge et al. 2002). Entsprechend konnten durch Schallschutzmaßnahmen in Schulen Leistungsverbesserungen erzielt werden (Bronzaft 1981, Cohen et al. 1981).

Ursachen. Während die beeinträchtigte Fähigkeit zu anhaltender Aufmerksamkeit als Mediator der Leistungsbeeinträchtigung ausgeschlossen werden konnte (Haines et al. 2001, Hygge 2002), scheinen reduziertes Diskriminanzvermögen (Unterscheidungssvermögen) und damit einhergehendes geringeres Sprachverstehen, vermindertes Konzentrationsvermögen, geringere Motivation und erworbene Hilflosigkeit (Cohen et al. 1973, 1980, 1981, 1986; Evans & Maxwell 1997; Evans et al. 1995) eine entscheidende Rolle zu spielen. Hinzu kommt die Belästigung, die weniger mit der Lärmbelastung

als mit der schulischen Leistung korreliert (Lundquist et al. 2000). Möglicherweise spielt auch das Verhalten von Lehrern eine Rolle, die ebenfalls unter der akustischen Belastung leiden (Crook & Langdon 1974, Evans et al. 1995). Dass lärmbedingte Schlafstörungen bei Kindern aus belasteten Regionen zum Leistungsabfall beitragen ist hingegen weniger wahrscheinlich (Öhrström 2004).

Die bisherigen Untersuchungen lassen eine Ableitung von Belastungsgrenzen nicht zu. Unter Berücksichtigung der signifikanten Leistungsunterschiede zwischen Kindern, deren Schulen / Wohnumfeld mehr oder weniger stark durch Fluglärm belastet waren, lässt sich mit einer gewissen Reserve ein Grenzwert bei etwa L_{Aeq} = 60 dB vermuten (Hygge et al. 2002, Stansfeld et al. 2003, Haines et al. 2001, 2002).

Leistungsverhalten Erwachsener

Deutlich komplexer stellt sich die Situation bei Erwachsenen dar, denen zahlreiche Kompensationsmechanismen zur Verfügung stehen und die besondere Strategien entwickeln, um die geforderte Leistung auch unter Lärmbelastung zu erbringen.

Feldstudien. Gelegentlich beobachtete erhöhte Fehlerraten und Unfallhäufigkeiten am Arbeitsplatz lassen sich nicht eindeutig auf die Einwirkung von Lärm zurückführen, da Lärmarbeitsplätze häufig durch weitere typische Merkmale gekennzeichnet sind, die an ruhigen Arbeitsplätzen eher selten sind. Ähnliches gilt für die Anrainer des Flughafens Heathrow, die im Rahmen einer Befragung eine erhöhte Rate alltäglicher Fehler angaben (Smith & Stansfeld 1986). Auch die Ergebnisse von Interventionsstudien sind nur schwer zu interpretieren, da prinzipiell jede Änderung am Arbeitsplatz zumindest vorübergehend zu Verbesserungen führen kann (Hawthorne-Effekt).

Laborexperimentelle Studien, in denen die Rahmenbedingungen konstant gehalten werden, kamen zu divergierenden Ergebnissen, die von der Beeinträchtigung bis zur Verbesserung der Leistung reichten, wozu die meist nur in der Lautstärke variierten artifiziellen Geräusche und wenig geeignete Testverfahren beitrugen, bei denen der Leistungsabfall durch erhöhte – allerdings mit physiologischen Kosten (Herzschlagfrequenz, Cortisolausschüttung) verbundene – Anstrengungen kompensiert werden kann.

Kontinuierliche Geräusche bewirkten selbst bei sehr hohen Intensitäten allenfalls geringfügige Beeinträchtigungen von Sehschärfe, Kontrastempfindlichkeit und Akkommodation, der Feinmotorik und der Reaktionszeit. Solcher Lärm beeinträchtigt erst oberhalb eines Pegels von 95 dB(A) und entsprechend langer Einwirkdauer, wenn die Testsignale darüber hinaus nur schwach sind und die gesamte Situation keine hohe Aufmerksamkeit erfordert (Broadbent 1979).

Konsistente Ergebnisse zeigten sich jedoch, seitdem die Wirkung realer Geräuschszenarien auf die einzelnen Schritte der Informationsverarbeitung untersucht werden. Colle und Welsh (1976) untersuchten zuerst die in der Realsituation häufige Störung durch Hintergrundgespräche. Zahlreiche seither durchgeführte Untersuchungen zeigen, dass die Wirkung irrelevanter Hintergrundgespräche

- weniger die Enkodierung als das Gedächtnis betrifft, wobei insbesondere das serielle Behalten akustisch und verbal präsentierten Wortmaterials beeinträchtigt ist mit entsprechenden Konsequenzen für Lernprozesse und Lesefähigkeit (Salamé & Baddeley 1982),
- im Bereich von 40–95 dB(A) unabhängig vom Pegel ist (z. B. Jones 1990),
- vom Bedeutungsgehalt eher unabhängig ist, da mit Fremdsprachen, unsinnigem Wortmaterial sowie rückwärts abgespielter Sprache die gleichen Effekte auftreten (z. B. Salamé & Baddeley 1982).
- von der Artikulation der Worte abhängt, wobei Vokalmusik stärker als Instrumentalmusik, und artikulierte Lieder stärker als gesummte Lieder beeinträchtigen.
- mit der Anzahl der Sprecher geringer wird. Ein oder zwei Sprecher stören mehr als acht Sprecher.

Untersuchungen zur Problematik des Verkehrslärms wurden nur gelegentlich durchgeführt. Es ist aber davon auszugehen, dass dieser stärkere Wirkungen hervorruft als kontinuierlicher Lärm (Jones 1990).

4.2 Lärmbelästigung

Die Belästigung ist die statistisch weitaus häufigste Lärmwirkung. Sie bezeichnet ein Gefühl der Verärgerung, des Missfallens, des Unbehagens oder der Unzufriedenheit, mit dem zu rechnen ist, wenn aktuelle oder intendierte Tätigkeiten oder Gefühle gestört werden (HCN 1999). Die Belästigung stellt eine unmittelbare Beeinträchtigung der Lebensqualität dar, die insbesondere bei Anrainern großer Flughäfen zu massiven Klagen und Protesten gegenüber den Verursachern führte und so letztlich den Anstoß für die heute umfangreiche Lärmwirkungsforschung gab (siehe auch B.3.3.1).

Die Belästigung wird üblicherweise in persönlich oder telefonisch geführten Interviews oder mittels Fragebögen, meist unter Verwendung mehrstufiger Skalen erfasst. Sie wird als akute Lästigkeit infolge der Störung aktueller Tätigkeiten einzeln erfragt (z. B. Telefonieren, Unterhalten, Entspannen) und dann zu einem Summenwert zusammengefasst oder als globale Lärmbelästigung von den Betroffenen für einen bestimmten vorgegebenen Zeitraum beurteilt.

Die Vergleichbarkeit der zahlreichen bisher vorgenommenen Untersuchungen wird durch die Anwendung unterschiedlicher Erhebungsinstrumente erschwert oder sogar unmöglich. Deshalb entwickelte eine Arbeitsgruppe der International Commission on Biological Effects of Noise

(ICBEN) zwei Kernfragen zur allgemeinen Lärmbelästigung, die in allen Feldstudien gestellt werden sollten (Fields et al. 1998).

4.2.1 Dosis-Wirkungsbeziehungen

Seit den 60er Jahren wurden mehr als 500 sozialwissenschaftliche Untersuchungen zur Frage der Lärmbelästigung durchgeführt. Obwohl diese im Allgemeinen mit der akustischen Belastung ansteigt, fallen Art und Ausmaß dieser Beziehungen sehr unterschiedlich aus. Deshalb fasste Schultz (1978) die Ergebnisse von elf methodisch vergleichbaren Untersuchungen zur Belästigung durch Verkehrslärm zu einer Kurve zusammen, wobei er sich auf den Anteil stark Belästigter konzentrierte (‚highly annoyed'). Eine starke Belästigung liegt vor, wenn das Belästigungsempfinden auf einer vorgegebenen Skala zwischen 72 und 100% liegt (Abb. C.8). Wegen der damals nur wenigen vergleichbaren Arbeiten war eine Differenzierung zwischen einzelnen Geräuschmodalitäten nicht möglich. Erst Miedema und Mitarbeiter (Miedema & Vos 1998, Miedema & Oudshoorn 2001) konnten auf eine genügende Anzahl an Studien zurückgreifen, die die Berechnung quellenspezifischer Dosis-Wirkungskurven erlaubten. Aus 55 (Teil-) Studien, in denen über 58.000 Anwohner von Flughäfen, Bahntrassen und Verkehrsstraßen interviewt worden waren, entwickelten sie die weiter unten detailliert beschriebenen Dosis-Wirkungsbeziehungen, die sehr eindrücklich zeigen, dass Fluglärm bei gleicher akustischer Belastung am stärksten und Schienenverkehrslärm am wenigsten belästigt, wobei der Abstand zwischen den Kurven mit zunehmender Belastung größer wird (siehe Abb. C.10).

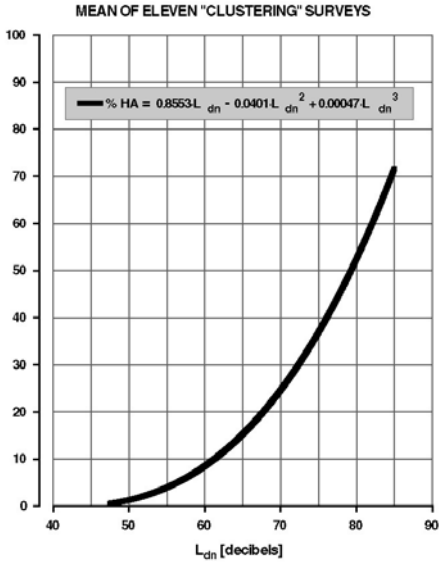


Abb. C.8: Dosis-Wirkungsbeziehung. Anteil stark belästigter Personen in Beziehung zum Day-Night-Level. Zusammenfassung der Ergebnisse aus 11 Untersuchungen (nach Schultz 1978)

Mit diesen Kurven lässt sich der Anteil der Belästigten für Populationen hinreichend genau schätzen, nicht aber für den Einzelfall, der hiervon erheblich abweichen kann, weil der Zusammenhang zwischen der akustischen Belastung und der Belästigung nicht nur durch die physikalischen Parameter des Schalls sondern durch zahlreiche individuelle und situative Faktoren moderiert wird (Job 1988). Ob sich aus diesen Dosis-Wirkungsbeziehungen auch die Belästigung unmittelbar nach einer Änderung der akustischen Situation hinreichend genau schätzen lässt ist fraglich, da es hier zu (zeitlich begrenzten) Überschusseffekten kommen kann. Über Dauer und Ausmaß des möglichen Überschusses kann gegenwärtig aber nur spekuliert werden (allgemeine Kritik des zugrunde liegenden Ansatzes: Siehe Kap. B.3.3.1).

Einflussfaktoren der Lärmbelästigung (Moderatoren)

Wie schon erwähnt wird das Ausmaß der Lärmbelästigung durch die physikalischen Parameter des Schalls bestimmt und durch dessen Informationsgehalt (siehe Kap. B.3.3.2) sowie durch zahlreiche individuelle und situative Faktoren moderiert. Als Faustregel gilt, dass etwa ein Drittel der Belästigung durch die physikalischen Determinanten des Geräusches, ein weiteres Drittel durch die Moderatoren erklärt ist, während das letzte Drittel derzeit nicht erklärt werden kann (Guski 2001).

Lärmempfindlichkeit. Der stärkste Moderator ist, wie schon in den 60er Jahren vermutet, die Lärmempfindlichkeit, deren Kenntnis zur Vorhersage der individuellen Lärmbelästigung unabdingbar ist (Job 1988, Stansfeld 1992). Die Lärmempfindlichkeit ist ein zeitlich stabiles und gegenüber veränderten Lärmsituationen robustes Persönlichkeitsmerkmal, das also nicht von der Lärmeinwirkung bestimmt ist.

Soziodemografische Variablen wie Geschlecht, Bildung und Wohnstatus haben – anders als zunächst vermutet – keinen bedeutsamen Einfluss auf das Belästigungsurteil, ebenso wenig wie das Vorhandensein eines Balkons oder Gartens, berufliche Beziehungen zum Lärmverursacher, Mitarbeit in Bürgerinitiativen etc. (Fields 1990, Miedema & Vos 1999). Lediglich das Alter scheint eine gewisse Rolle zu spielen. Bei gleichem äquivalentem Pegel fühlen sich jüngere und ältere Personen weniger als Personen mittleren Alters belästigt. Das Maximum liegt bei ca. 50 Jahren. Die geringe Bedeutung der soziodemografischen Variablen gilt möglicherweise allerdings nur für den statischen Fall. Bei Änderungen der Lärmbelastung, z. B. durch Verlegen der Flugpfade können Wohnstatus, Bildung und Geschlecht hinsichtlich der Lärmbelästigung durchaus eine größere Bedeutung erlangen (Hatfield et al. 1998).

Einstellungen und Überzeugungen haben einen relativ starken Einfluss auf das Belästigungsurteil, der durchaus größer sein kann als der des Pegels (Job 1988). Entscheidend sind Einstellungen gegenüber der Lärmquelle, wie etwa die Einschätzung ihrer Wichtigkeit und Gefährlichkeit sowie der möglicher-

weise von ihr ausgehenden Gesundheitsgefährdung. Bei Flughafenanrainern spielt bei der individuellen Lärmverarbeitung auch die Furcht vor Flugzeugabstürzen eine Rolle. Eine große Bedeutung hat auch das Vertrauen bzw. das Misstrauen gegenüber den Verursachern des Lärms, d. h. die Überzeugung, dass diese alles tun, um die Belastung zu reduzieren (z.B. DFG 1974, IF Studie 1983). Einstellungen und Überzeugungen sind die entscheidenden Voraussetzungen für die Möglichkeit, sich an Lärm zu gewöhnen sowie – wenn auch seltener – für Sensibilisierungseffekte.

Die Lärmbelästigung unterliegt weiterhin tageszeitlichen Schwankungen und ist im Allgemeinen dann höher, wenn vermehrt kommuniziert wird, also am späten Nachmittag (familiäre Kommunikation) und in den Abendstunden (Fernsehen, z. B. Schreckenberg & Guski 2005). Jahreszeitliche Einflüsse zeigen sich in einer höheren Belästigung im Sommer, vermutlich deshalb, weil sich die Betroffenen dann öfter und länger im Freien aufhalten und die Fenster geöffnet haben.

Als Folge der Lärmbelästigung kann sich u. U. auch das Sozialverhalten ändern, so wurden z. B. Tendenzen zu aggressivem Verhalten und verminderter Hilfsbereitschaft beschrieben.

Parameter der physikalischen Belastung

Das globale Belästigungsurteil wird in der Regel auf integrierte, die Belastung über einen bestimmten Zeitraum zusammenfassende Maße bezogen. Dazu gehören der äquivalente Pegel (L_{eq}), der Day-Night-Level (L_{dn}) mit einem Zuschlag von 10 dB(A) für die Nacht sowie der auf europäischer Ebene jetzt verbindliche Day-Evening-Night-Level (L_{den}) mit einem weiteren Zuschlag von 5 dB(A) für die Abendstunden. Diese Belastungsmaße werden als Außenpegel bezogen auf die am stärksten belastete Fassade von Wohnhäusern bestimmt.

Der A-bewertete energieäquivalente Pegel (L_{Aeq}) bzw. der Mittelungspegel (L_m) ist das Maß, das unabhängig von der einwirkenden Geräuschart, von Personen und Situationen wohl am besten mit der Lärmbelästigung korreliert und den Vergleich unterschiedlicher Schallquellen erlaubt. Er bildet die Basis für die Berechnung des L_{dn} und des L_{den}, wobei die EU-Mitgliedsländer die 8-h-Periode der Nacht (mit dem Zuschlag von 10 dB(A)) in ihrer zeitlichen Position verschieben können.

Der Maximalpegel oder Spitzenpegel (L_{max}) wird zur Beschreibung einzelner Geräusche verwendet und der mittlere Maximalpegel zur Beschreibung mehrerer einzelner und unterschiedlich lauter Ereignisse errechnet. Die Maximalpegel korrelieren jedoch nur unzureichend mit der Lärmbelästigung und sind daher kaum für deren Prognose geeignet.

Bei gleichem äquivalentem Pegel aber unterschiedlicher Ereigniszahl ist das Ausmaß der Belästigung im Wesentlichen durch die Anzahl der Schallereignisse bestimmt. Deshalb schlugen schwedische Autoren vor, die Belästigung durch die Anzahl derjenigen Schallereignisse zu bewerten, die einen

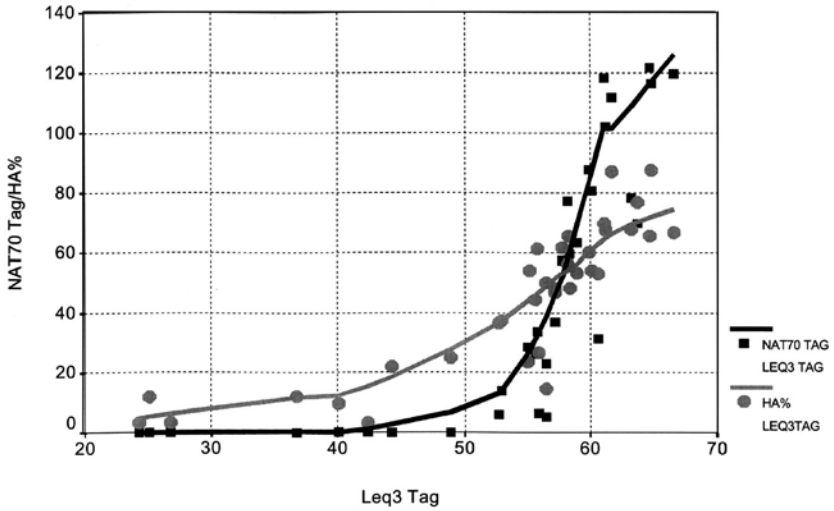


Abb. C.9: Vergleich der NAT70-Werte und der Prozentzahl stark belästigter Personen über den L_{eq3} (Abbildung nach Kastka (1999))

bestimmten Maximalpegel überschreiten. Als geeignet erwies sich der NAT 70, d. h. die Anzahl von Ereignissen mit einem Pegel von mehr als 70 dB(A) (NAT: Number above threshold). Den Zusammenhang zwischen Nat 70 und äquivalentem Pegel zeigt Abb. C.9 für die Belästigung.

4.2.2 Schätzung der Belästigung in der Bevölkerung

Die niedrigsten Auslöseschwellen lärmbedingter Reaktionen zeigen sich – mit allerdings erheblicher interindividueller Varianz – für Belästigungen und Schlafstörungen. In dem Bemühen, diese Reaktionen mittelfristig flächendeckend zu reduzieren, schreibt die Europäische Union den größeren Gemeinden mit der Richtlinie 2002/49/EG (2002) verbindlich vor, Lärmkarten zu erstellen, zur Bewertung des Lärms die integrierten Maße L_{den} und L_{night} zu verwenden und Aktionspläne zur Lärmbekämpfung zu entwickeln. Basierend auf der Kenntnis von Dosis-Wirkungsbeziehungen zwischen der in L_{den} bewerteten akustischen Belastung und dem Prozentsatz belästigter Personen lässt sich aus den Lärmkarten mit Kenntnis der Anzahl Betroffener die Anzahl belästigter Personen schätzen. Der L_{night} soll eine entsprechende Schätzung nächtlicher Schlafstörungen ermöglichen. Die folgenden Ausführungen fokussieren auf die Prognose der Lärmbelästigung und deren praktische Anwendung.

Day-Evening-Night Level und Belästigungsmaße

Der Day-Evening-Night Level (L_{den}) wird zur Beschreibung des von einzelnen Quellen emittierten Lärms errechnet. Er basiert auf dem A-bewerteten äquivalenten Pegel (L_{Aeq}), der zunächst getrennt für den Tag, den Abend und die Nacht bestimmt wird. Die Berechnung erfolgt nach der Gleichung:

$$L_{den} = 10\lg[(12/24) \text{ x } 10^{LD/10} + (4/24) \text{ x } 10^{(LE+5)/10} + (8/24) \text{ x } 10^{(LN+10)/10})],$$

wobei LD, LE und LN den über 12 Tagesstunden (6 – 18 Uhr), 4 Abendstunden (18 – 22 Uhr) und 8 Nachtstunden (22 – 6 Uhr) bestimmten äquivalenten Pegeln an der lautesten Fassade eines Gebäudes entsprechen. Zum L_{Aeq} für die Abendstunden werden 5 dB(A) und zum L_{Aeq} für die Nachtstunden 10 dB(A) hinzu addiert.

Auf Seiten der Lärmwirkung, also der Belästigung werden drei Kategorien definiert.

- Stark Belästigte (%HA), stellen den Anteil der Personen dar, deren Belästigung auf einer von 1 bis 100 reichenden Skala oberhalb von 72 liegt,
- (mindestens durchschnittlich) Belästigte (%A) geben eine Belästigung in der oberen Hälfte der Skala an,
- (mindestens) etwas Belästigte (%LA) entsprechen dem Anteil an Personen, deren Angaben oberhalb eines Wertes von 28 liegen.

Belästigung durch eine Geräuschmodalität

Zur Frage der Belästigung durch Verkehrsgeräusche sind weltweit mehrere hundert sozialwissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt worden. Da keine dieser Arbeiten für sich allein eine zuverlässige Schätzung der Belästigung in der Bevölkerung erlaubt, ist die Zusammenfassung vorliegender Daten unerlässlich. Dazu eignet sich aber – wegen unterschiedlicher Methoden in der Datenerfassung und der Datenverarbeitung – ein nur relativ klei-

Tab. C.2: Modellparameter der angepassten Kurven $(y = ax + bx^2 + cx^3)$

Belästigungs-kategorie		Fluglärm	Straßen-verkehrslärm	Schienen-verkehrslärm
		$x = L_{den}$-32		
$y = \%LA$	a	1.738	0.669	0.167
	b	3.410E-2	5.509E-2	4.871E-2
	c	-6.158E-4	-6.235E-4	-3.229E-4
		$x = L_{den}$-37		
$y = \%A$	a	1.221	0.535	0.213
	b	1.777E-2	2.110E-2	9.482E-3
	c	8.588E-6	1.795E-4	4.538E-4
		$x = L_{den}$-42		
$y = \%HA$	a	0.294	0.512	0.170
	b	3.932E-2	-1.436E-2	-7.851E-3
	c	-9.199E-5	9.868E-4	7.239E-4

ner Teil der Untersuchungen. Miedema und Oudshoorn (2001) nutzten zur Integration die Daten derjenigen Arbeiten, aus denen sich (im Nachhinein) die akustische Belastung in L_{den} und auf der Wirkungsseite der Anteil in den drei Belästigungskategorien bestimmen ließ. Mit diesen Daten wurden sodann – getrennt für den vom Luft-, Straßen- und Schienenverkehr emittierten Lärm Dosis-Wirkungsbeziehungen durch Anpassung zunächst komplexer, sodann für die praktische Anwendung vereinfachter Polynome errechnet. Die so entwickelten Modelle, deren Parameter in Tabelle C.2 aufgelistet sind, gelten für den Belastungsbereich von L_{den} 45–75 dB(A). Die resultierenden Funktionen sind in Abbildung C.10 grafisch dargestellt.

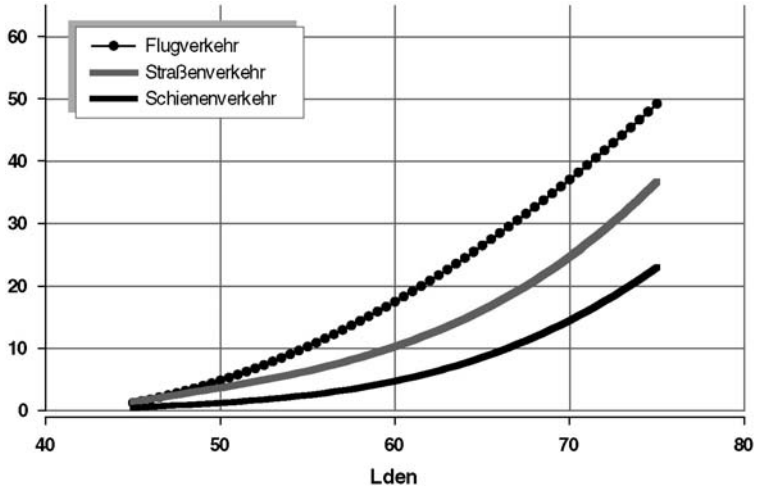


Abb. C.10: Anteil stark belästigter Personen bei verschiedenen Verkehrslärmarten (Miedema & Oudshoorn 2001)

Belästigung durch unterschiedliche simultan einwirkende Verkehrsgeräusche

Viele Menschen, insbesondere die Anwohner von Bahntrassen und Flughäfen sind der gleichzeitigen Einwirkung von zwei oder sogar drei Verkehrslärmarten ausgesetzt. Zur Prognose der Wirkung kombinierter Geräusche ist der resultierende äquivalente Pegel nicht geeignet, was die Entwicklung spezieller Modelle für die kombinierte Einwirkung notwendig macht. Zahlreiche Ansätze erwiesen sich als ungeeignet bzw. gelten nur für die spezielle Situation, auf deren Grundlage sie entwickelt worden sind.

Einen pragmatischen Ansatz verfolgt Miedema (2004). Das Vorgehen ist in Abbildung C.11 für die Schätzung der Belästigung zweier gleichzeitig einwirkender Quellen A und B illustriert. Die Abbildung zeigt die beiden vereinfachten linearen Funktionen, aus denen sich die Belästigung ergibt, die bei getrennter Einwirkung der beiden Geräuschquellen A und B resultieren würde. Die (fiktive) Belästigung durch die aktuelle Belastung L_B der Quelle B

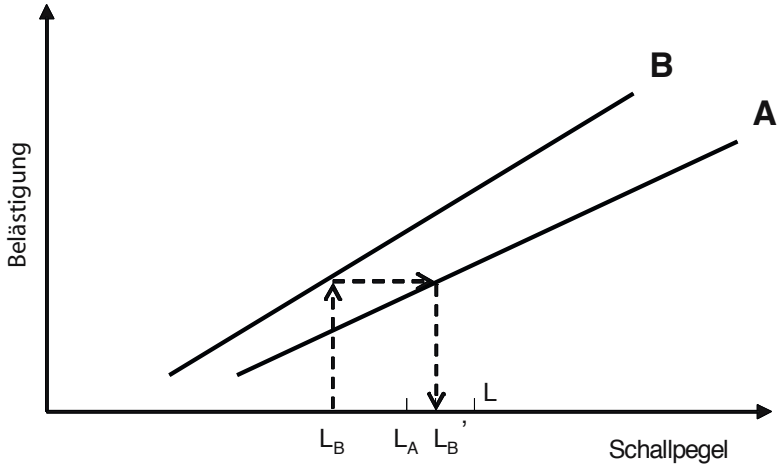


Abb. C.11: Schätzung der Belästigung durch simultan einwirkende Geräusche (Miedema)

wird durch den Schnittpunkt der Senkrechten über L_B mit der zugehörigen Funktion bestimmt. Mittels einer durch diesen Punkt verlaufenden Parallele zur x-Achse wird der Schnittpunkt mit der Funktion der zweiten Geräuschart bestimmt, von dem dann das Lot auf die x-Achse gefällt wird. Der Schnittpunkt mit der x-Achse ergibt dann die akustische Belastung, die der aktuellen Belästigung zugrunde gelegt werden muss.

Die Schätzung der Belästigungswirkung dreier, gleichzeitig einwirkender Verkehrsgeräusche erfolgt schrittweise

1. Schätzung des L_{den} für jede einzelne Quelle (Schienen-, Straßen-, Luftverkehr)
2. Berechnung der Belästigung für Luft- und Schienenverkehr

   $A_{air} = 2.17\ L_{air} - 91.4$
   $A_{rail} = 2.17\ L_{rail} - 110.1$

3. Berechnung der Straßenverkehrspegel, die ebenso belästigend sind wie die des Luft- bzw. des Schienenverkehrslärms

   $L_{air}' = (A_{air} + 107.0)/2.22$
   $L_{rail}' = (A_{rail} + 107.0)/2.22$

4. Berechnung des Gesamtpegels

   $L = 10\lg\,(10^{0.1 \mathrm{x} Lair'} + 10^{0.1 \mathrm{x} Lroad} + 10^{0.1 \mathrm{x} Lrail'})$,

5. Berechnung des Anteils der Belästigten für die 3 Belästigungskategorien

   $\%LA = -6.235 \mathrm{x}\ 10^{-4}\,(L\text{-}32)^3 + 5.509 \mathrm{x}\ 10^{-2}\,(L\text{-}32)^2 + 0.6693\,(L\text{-}32)$
   $\%A = 1.795 \mathrm{x}\ 10^{-4}\,(L\text{-}37)^3 + 2.110 \mathrm{x}\ 10^{-2}\,(L\text{-}37)^2 + 0.5353\,(L\text{-}37)$
   $\%HA = 9.868 \mathrm{x}\ 10^{-4}\,(L\text{-}42)^3 + 4.436 \mathrm{x}\ 10^{-2}\,(L\text{-}42)^2 + 0.5118\,(L\text{-}42)$

Theoretisch lassen sich auch stationäre Geräuschquellen (Industriegeräusche) einbeziehen, wobei jedoch Komplikationen auftreten können. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die bereits praktisch genutzten Modelle der umfassenden Validierung bedürfen.

5 Lärmbedingte Gesundheitsstörungen (tertiäre Lärmwirkungen)

Während die Lärmschwerhörigkeit unter den Berufskrankheiten nach wie vor dominiert, spielt sie im Umweltbereich eine nur untergeordnete Rolle. Bei den hier vorherrschenden Pegeln stehen die extraauralen Lärmwirkungen im Vordergrund.

5.1 Herz-Kreislauferkrankungen

Da Herz-Kreislauferkrankungen die Mortalitätsstatistik anführen und die laborexperimentell ermittelten Reaktionsmuster den Lärm eindeutig als Stress und damit als einen möglichen Risikofaktor in der multifaktoriellen Genese dieser Erkrankungen klassifizieren, konzentrierten sich die meisten epidemiologischen Untersuchungen auf die Frage des möglichen Kausalzusammenhangs zwischen chronischer Lärmbelastung einerseits und Bluthochdruck sowie ischämischen Herzerkrankungen andererseits.

Der Nachweis kausaler Zusammenhänge ist jedoch äußerst schwierig und der Beitrag des Lärms zu diesen Erkrankungen kaum quantifizierbar, weil die kardiovaskulären Erkrankungen

- in der Bevölkerung sehr häufig sind;
- sich erst nach vielen Jahren bzw. erst nach Jahrzehnten manifestieren;
- eine multifaktorielle Genese haben und gleichzeitig mit dem Lärm zahlreiche weitere Umweltfaktoren auf den Organismus einwirken, die gleichartige Reaktionen hervorrufen.

Die Ergebnisse der bisher vorliegenden epidemiologischen Arbeiten sind daher uneinheitlich und sogar widersprüchlich. Abgesehen von der oft nur geringen Vergleichbarkeit der Studien ist davon auszugehen, dass die nach wie vor als plausibel erachtete pathogene Wirkung des Lärms nur bei entsprechender individueller und/oder situativer Vulnerabilität zum Tragen kommt. Diese Annahme stützt sich auf die Beobachtung, dass Personen mit hoher Lärmempfindlichkeit ebenso wie Personen, die gleichzeitig schwierige psychomentale Leistungen bewältigen müssen, stärker auf Lärm reagieren, wobei die zunächst rein physikalisch bedingten physiologischen Reaktion durch eine emotionale Komponente verstärkt wird. Basierend auf diesen Beobachtungen wird weiter vermutet, dass die Manifestation einer Erkran-

kung in einer direkten Beziehung zum Ausmaß der in der akuten Situation beobachteten Reaktionen steht (Griefahn 1990).

Diese Auffassung steht im Einklang mit dem von Babisch (2000, Babisch et al. 2001) entwickelten, in Abbildung C.12 wiedergegebenen Modell einer Kausalbeziehung zwischen chronischer Lärmeinwirkung und kardiovaskulären Erkrankungen. Es postuliert eine direkte und eine ‚optionale' indirekte Wirkung. Demzufolge müssten emotional erlebte Geräusche – bei gleichem äquivalentem Pegel – stärkere Reaktionen hervorrufen als der im Wesentlichen neutral erlebte Arbeitslärm.

Untersuchungen zu diesem Problemkreis stammten zunächst aus dem Bereich beruflicher Lärmbelastungen, deren Ergebnisse sich jedoch nur sehr begrenzt auf den Umweltlärm übertragen lassen. Zum einen wurden überwiegend Personen untersucht, an deren Arbeitsplatz äquivalente Pegel von mehr als 80 dB(A) herrschen, während Umweltgeräusche kaum über 75 dB(A) hinausgehen. Zum anderen wird Lärm am Arbeitsplatz als unvermeidbar akzeptiert, in der Freizeit jedoch kaum toleriert.

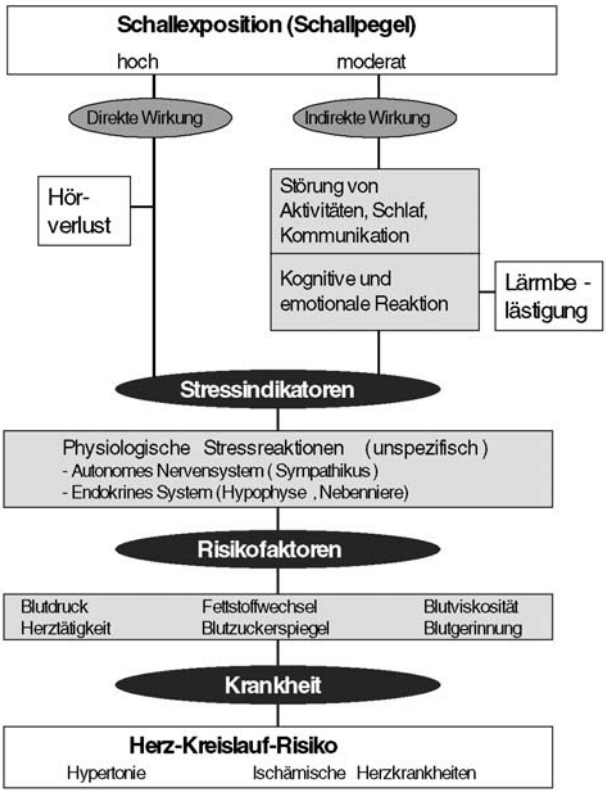


Abb. C.12: Modell einer kausalen Beziehung zwischen der chronischen Einwirkung von Lärm und der Manifestation von Herz-Kreislauferkrankungen (Babisch 2000)

Nach aktuellem Kenntnisstand ist das Risiko einer Hypertonie infolge beruflicher mindestens 5 Jahre dauernder Belastung durch äquivalente Pegel von mindestens 80 dB(A) erhöht. Bei Pegeln von 90 dB(A) sind darüber hinaus nach sehr langer Einwirkdauer irreguläre Herzaktionen, erhöhte Herzschlagfrequenzen, verminderte Blutversorgung des Herzmuskels, EKG-Veränderungen und eine langsamere Rückregulation lärmbedingter Vasokonstriktionen möglich. Veränderungen im Sinne ischämischer Herzerkrankungen wurden nur gelegentlich beobachtet (HCN 1993).

Weit schwieriger ist die Frage einer kausalen Verknüpfung zwischen Umweltgeräuschen, insbesondere des von Straßen- und Flugverkehr emittierten Lärms, und kardiovaskulären Erkrankungen zu beantworten, weil die Anzahl möglicher Störfaktoren weitaus größer als am Arbeitsplatz ist. Dementsprechend sind auch die Ergebnisse der hierzu vorliegenden epidemiologischen Arbeiten wiederum widersprüchlich. Werden diese Untersuchungen jedoch entsprechend der jeweils angewandten Methoden der Erfassung der Lärmbelastung und der gesundheitlichen Probleme gewichtet, so zeigen sich Assoziationen zwischen gesundheitlichen Problemen und Lärmbelastung, wenn beide, die vermeintliche Ursache Lärm und die vermeintliche Wirkung Gesundheitsstörung von den Betroffenen erfragt worden waren und wenn die Untersuchung auf der Erhebung von Global- und Aggregatdaten beruht. Die methodisch besten Untersuchungen hingegen, in denen Bluthochdruck und Myokardinfarkte klinisch verifiziert und mit der quantifizierten Lärmbelastung individuell miteinander verknüpft wurden, ergaben meist keinen Zusammenhang (Babisch et al. 1999, Lercher & Kofler 1993). Bei Kindern, die in der Nähe von Flughäfen wohnen, scheint hingegen eine sehr mäßige Erhöhung des Blutdrucks um bis zu 5 mm Quecksilber möglich zu sein (Morrell et al. 1998).

Die zweifellos aufwändigste, als Langzeitstudie angelegte Untersuchung wurde von Babisch et al. (1999) durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine Parallelstudie, an der in Caerphilly, einer Kleinstadt in Wales 2 512 Männer zwischen 45 und 59 Jahren und in Speedwell in England 2 348 Männer zwischen 45 und 63 Jahren teilnahmen. In allen Straßen, in denen Studienteilnehmer wohnten, wurde der $L_{Aeq,\,6\text{-}22h}$ bestimmt, der zwischen 51 und 70 dB(A) lag. Die Belastung wurde in 5 dB(A)-Schritten kategorisiert und die Studienteilnehmer wurden diesen Kategorien zugeordnet. Als Confounder wurden u. a. Alter, BMI, Rauchen, Sozial- und Familienstatus sowie hereditäre Belastungen, als Effektmodifikatoren Wohndauer, Wohn- und Schlafraumlage und subjektive Lärmempfindlichkeit erfasst. Zur Vorhersage des relativen Herzinfarktrisikos aus der Prävalenz von Risikofaktoren errechneten die Autoren logistische Regressionen, in die die Risikofaktoren als Prädiktoren und die Herzinfarktinzidenz als abhängige Variable eingingen. Relative Risiken über 1 ergaben sich im Vergleich zur niedrigsten Belastungskategorie (51–55 dB(A)) nur in der höchsten Kategorie (66–70 dB(A)).

Nach Ablauf von 10 Jahren war die Inzidenz ischämischer Herzerkrankungen in beiden Kohorten mit 291 Fällen in Caerphilly und 312 in Speedwell statistisch gleich, ebenso wie die jährliche Inzidenzrate mit 1.32 und 1.24% (Todesfälle, nicht letale Fälle, relevante EKG-Veränderungen). Das relative Risiko war in Caerphilly in der höchsten Kategorie (66–70 dB(A)) etwa 1.1 (nicht signifikant), in Speedwell nicht größer als 1.

An der 2004 von Umweltbundesamt publizierten NaRoMI-Studie (Noise and Risk of Myocardial Infarction (UBA 2004), der weltweit umfangreichsten Untersuchung zum Herzinfarktrisiko beteiligten sich 32 Berliner Krankenhäuser, in denen von 1998 bis 2001 insgesamt 4 115 Patienten im Alter von 20 bis 69 Jahren untersucht wurden. Sie war als Fall-Kontrollstudie angelegt, wobei den Infarktpatienten nach Alter und Geschlecht angepasste Kontrollpatienten der chirurgischen Abteilungen gegenüber gestellt wurden. Alle Patienten wurden während des Klinikaufenthalts zur Belästigung durch Umwelt- und Arbeitslärm interviewt, die Belastung durch Straßenverkehr wurde auf der Grundlage von Lärmkarten bestimmt, die durch Arbeitslärm auf der Basis gezielter Befragungen geschätzt. Als Störvariablen wurden u. a. Diabetes, Hypertonie, familiäre Belastung, relatives Körpergewicht, Rauchgewohnheiten, Schulbildung, Berufsstatus, Familienstatus, Schichtarbeit und Arbeitslärm berücksichtigt. Bei Männern ergab sich eine mit der Belastung durch Straßenverkehrslärm ansteigende Infarktrate, wobei die oddsratio in den beiden höchsten Schallpegelkategorien ($L_{eq} > 65$ dB(A)) 1.18 gegenüber der Referenzgruppe (< 60 dB(A)) betrug, aber erst bei Männern mit einer Wohndauer von mindestens 10 Jahren mit 1.33 statistisch signifikant erhöht war. Frauen zeigten keinen Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Infarkthäufigkeit. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stützen die Hypothese, dass chronische Einwirkungen von Verkehrslärm das Risiko für ischämische Herzkrankheiten erhöhen. Welche Rolle dabei die emotionale Verarbeitung der Geräusche spielt, deutet sich darin an, dass bei Männern das Gefühl der Belästigung mit der Belastung durch Straßenverkehrslärm assoziiert war, während Frauen eher durch Fluglärm belästigt waren.

Bewertung

Da Herz-Kreislauferkrankungen an der Spitze der Mortalitätsstatistik stehen, wurden weltweit zahlreiche epidemiologische Studien zur Frage einer Kausalbeziehung zur Einwirkung von Lärm (Arbeit, Umwelt) durchgeführt und mehr oder weniger regelmäßig von verschiedenen Autoren zusammengefasst und analysiert (z. B. Babisch 1998, 2000, Morrell et al. 1997, van Kempen et al. 2002, Weber 2000).

Insgesamt sind die Ergebnisse der einzelnen Arbeiten zur Frage kardiovaskulärer Erkrankungen, insbesondere durch Umweltgeräusche, widersprüchlich, wobei – worauf praktisch alle Reviews hinweisen – erhebliche methodische Mängel bestehen. Die Gesundheitsstörungen wurden nur teilweise diagnostisch verifiziert, oft nur mittels Global- und Aggregatdaten aus

ärztlichen Aufzeichnungen, aus den Verkaufszahlen bestimmter Medikamente geschätzt oder von den Betroffenen erfragt. In wenigen Untersuchungen wurde die Lärmbelastung vor den Wohnungen der Betroffenen oder aber an einem ‚repräsentativen' Ort im Wohnumfeld gemessen, überwiegend aber aus der Verkehrsdichte geschätzt, z. T. aber auch von den Betroffenen erfragt, so dass die tatsächliche individuelle Belastung nicht sicher angegeben werden kann.

Diese Arbeiten sind daher nicht geeignet, die an sich plausible Hypothese einer kausalen Verknüpfung zu verifizieren oder zu falsifizieren. Deshalb kann die auf einer sorgfältigen Literaturanalyse basierende Vermutung, dass das Risiko der Hypertonie oberhalb eines äquivalenten Pegels von 70 dB(A) ansteigt (6–22 Uhr) und das Risiko ischämischer Herzerkrankungen oberhalb von 65 bis 70 dB(A), nicht zurückgewiesen werden. Dementsprechend stellt der Sachverständigenrat für Umweltfragen (1999) fest: ‚Die epidemiologische Evidenz dafür, dass Straßenverkehrslärm das Risiko für ischämische Herzkrankheiten erhöht, ist sehr schwach!' ‚Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann daher nicht abschließend dazu Stellung genommen werden, ob Umweltlärm bei der Entstehung von ischämischen Herzkrankheiten eine mit verursachende Rolle spielt.' Aus präventivmedizinischer Sicht wäre daher zu fordern, einen $L_{Aeq,\ 6\text{-}22h}$ von 65 dB(A) nicht zu überschreiten (Babisch 2000, HCN 1993).

Zur Begrenzung der Maximalpegel, die insbesondere bei intermittierten Geräuschen relevant sind, liegen nur wenige Informationen vor, die vorgeschlagenen Grenzwerte variieren zwischen 90 und 99 dB(A) (Jansen 1967). Einen epidemiologischen Beleg dafür, dass oberhalb dieser Werte letztlich manifeste Gesundheitsstörungen auftreten, gibt es jedoch nicht. Bei Kranken ist mit einer Zunahme der Empfindlichkeit um 10 bis 30 dB(A) zu rechnen (Griefahn 1982).

5.2 Psychomentale Erkrankungen

Die Häufigkeit stationärer Behandlungen psychischer Erkrankungen wurde vornehmlich bei den Anrainern des Flughafens London Heathrow mit insgesamt jedoch widersprüchlichen Ergebnissen untersucht. Die erste schon in den 60er Jahren publizierte Studie ergab eine Einweisungsrate, die mit der aus der Wohnadresse geschätzten Lärmbelastung anstieg, wobei aber so wichtige Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht und Sozialstatus unbeachtet blieben. Nachdem diese in einer nachfolgenden Untersuchung berücksichtigt worden waren, verschwanden die signifikanten Unterschiede zwischen Anwohnern unterschiedlich stark belasteter Regionen (Gattoni & Tarnopolsky 1973).

In einer weiteren Studie wurde aus zwei psychiatrischen Kliniken über eine mit der Lärmbelastung der Wohnadresse ansteigende Einweisungsrate berichtet, während diese in einer dritten Klinik signifikant abfiel (Jenkins et

al. 1979). Erst nach Berücksichtigung des Wohnverhaltens, insbesondere der Zuzüge und der Wegzüge, liess sich ein Anstieg stationärer Behandlungen mit der Lärmbelastung errechnen (Kryter 1990).

Zusammenfassend lässt sich aus diesen Arbeiten jedoch kein kausaler Zusammenhang zwischen Fluglärmbelastung und stationär behandlungsbedürftigen psychischen Erkrankungen ableiten, was aber nicht ausschließt, dass Lärm psychische Alterationen auslöst, die von niedergelassenen Psychiatern oder Hausärzten ambulant behandelt werden (Stansfeld 1992).

Irritierbarkeit, Nervosität, Kopfschmerzen und Schlafstörungen sind die häufigsten zunächst unklaren psychosomatischen Symptome, die der Einwirkung von Lärm zugeschrieben werden und möglicherweise einen erhöhten Konsum an beruhigenden und schlaffördernden Medikamenten nach sich ziehen (McLean & Tarnopolsky 1977). Kausale Zuordnungen sind jedoch schwierig, da diese Symptome als unspezifische akute Reaktionen auf den alltäglichen Stress sehr häufig sind und charakteristischerweise im Vorfeld sowie als Begleitsymptome zahlreicher psychischer und somatischer Erkrankungen auftreten. Durch langfristig wiederholte äußere Einwirkungen (z. B. durch Lärm) verursacht, ist nicht auszuschließen, dass diese zur Genese und zur beschleunigten Manifestation psychischer Erkrankungen beitragen.

Am häufigsten wurden durch Lärm bedingte psychomentale und psychosomatische Beschwerden bei Anrainern großer Flughäfen vermutet. Erste Untersuchungen hierzu wurden in den 70er Jahren im Umfeld der Flughäfen Amsterdam und Kopenhagen durchgeführt, wo hoch belastete Flughafenanrainer häufiger als weniger belastete Personen professionelle Hilfe aufgrund psychischer Probleme in Anspruch genommen hatten (Vallet & Mouret 1984). In einer groß angelegten methodisch sehr sorgfältigen Untersuchung von nahezu 6 000 Anrainern des Flughafens London Heathrow ergaben sich aber nach Adjustierung auf Alter, Geschlecht, Familienstatus und Einkommen keinerlei Hinweise auf eine mögliche kausale Beziehung zwischen Fluglärmbelastung und psychischen Erkrankungen (Tarnopolsky et al. 1980). Bei den stärker belasteten Personen lag jedoch eine erhöhte Anzahl von Ein- und Durchschlafstörungen, von Irritierbarkeit und depressiven Verstimmungen vor. Dies bestätigte eine neuere Untersuchung, in der 5 200 Interviews unter Beachtung von Alter, Geschlecht, Familienstatus, Haustyp und Wohndauer analysiert werden konnten. Auch hier waren einzelne psychosomatische Symptome, Nervosität und neurotische Tendenzen in lärmbelasteten Gebieten häufiger als in ruhigen Kontrollgebieten (Miyakita et al. 1998). Eine Untersuchung an Acht- bis Elf-Jährigen Kindern im Umfeld des Flughafens Heathrow (Haines et al. 2001) ergab keinen Anhalt für eine mit der Fluglärmbelastung vermehrte depressive Verstimmung oder Ängstlichkeit.

Mäßige Assoziationen zwischen der Belastung durch Straßenverkehrslärm und psychomentalen Symptomen, depressiven Verstimmungen, Müdigkeit und Irritierbarkeit ermittelten z. B. Yoshida et al. (1997), wobei

aber weder nach Alter noch Sozialstatus differenziert worden war. Stansfeld et al. (2000a, b) untersuchten Personen an stark befahrenen Straßen (L_{Aeq} = 72–75 dB(A)) und verglichen diese mit einem bezüglich der Alters- und der Geschlechtsverteilung, des Beschäftigtenstatus, der Schallisolation ihrer Häuser und dem Besitz eines Pkw entsprechenden aber in ruhigen Straßen wohnenden Kollektiv (L_{Aeq} = 55–63 dB) fanden aber bei den stärker Belasteten keinen Anhalt für vermehrte psychische Beeinträchtigungen.

In der einzigen umfangreichen und epidemiologischen Kriterien voll genügenden Langzeitstudie zum Straßenverkehrslärm wurden über einen Zeitraum von fünf Jahren 2.398 Männer, die zu Beginn der Studie zwischen 45 und 59 Jahre alt waren und in ihrem Wohnumfeld in unterschiedlichem Ausmaß der Einwirkung von Straßenverkehrslärm ausgesetzt waren, untersucht (Stansfeld et al. 1996). Selbst nach Berücksichtigung soziodemografischer Faktoren zeigte auch diese Studie keine mit der Lärmbelastung einhergehende Zunahme psychischer Alterationen, wohl aber eine geringfügige nichtlineare Zunahme des Faktors Ängstlichkeit und – in Übereinstimmung mit Tarnopolsky et al. (1980) – eine stärkere Lärmbelästigung bei psychisch kranken Personen.

Die bisher vorliegenden Untersuchungen schließen – wie auch Morrell et al. (1997) und Stansfeld et al. (2000a) konstatierten – den Lärm als unmittelbare Ursache psychischer Erkrankungen weitgehend aus, nicht jedoch die Möglichkeit, dass dieser als einer unter vielen weiteren Faktoren zur Entwicklung solcher Erkrankungen beitragen kann. Es ist durchaus denkbar, dass die pathogene Wirkung des Lärms nur unter bestimmten Bedingungen, etwa einer in der Persönlichkeit verankerten erhöhten individuellen und/oder einer situativen Vulnerabilität zum Tragen kommt.

Dies wurde z. B. für die Lärmempfindlichkeit angenommen, eine Hypothese die sich jedoch nicht bestätigte (Stansfeld 1992). Lärmempfindliche fühlen sich durch Lärm zwar stärker belästigt, die Manifestation psychischer Erkrankungen wird dadurch aber nicht beeinflusst (Stansfeld et al. 2000a, b). Allerdings ist zu vermuten, dass die Lärmempfindlichkeit eher ein allgemeines Gefühl der Bedrohung durch die Umwelt darstellt, das eine nicht spezifisch gegen den Lärm gerichtete erhöhte Reaktionsbereitschaft gegenüber qualitativ unterschiedlichen Umweltbelastungen indiziert.

5.3 Schwangerschaft und fetale Entwicklung

Seit Beginn der 70er Jahre werden mögliche Wirkungen des Lärms auf die Entwicklung des ungeborenen Kindes diskutiert, wobei folgende Wirkungsmechanismen in Frage kommen:

– Lärm verursacht Verengungen des peripheren Gefäßsystems, das auch den Feten versorgt, so dass dessen Wachstum infolge reduzierter Sauerstoffversorgung verlangsamt ist.

– Lärm bewirkt eine vermehrte Ausschüttung der Stresshormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol, wodurch prinzipiell eine verkürzte Schwangerschaftsdauer möglich ist.
– Während der Schwangerschaft ist die vegetative Erregbarkeit und damit die Reagibilität auf externe Reize erhöht.

Eine direkte Wirkung des Lärms auf das Ungeborene ist eher unwahrscheinlich, da die mütterliche Bauchdecke, die Gebärmutterwand und die intrauterine Flüssigkeit den Schall erheblich, im Frequenzbereich oberhalb 1.000 Hz um 40–70 dB(A) dämpfen (Walker et al. 1971). Die vom mütterlichen Organismus durch die Blutzirkulation und die Darmtätigkeit verursachten Geräusche (60 bis maximal 80 dB(A) sind daher für das Ungeborene meist deutlich lauter als von außen einwirkende Geräusche (Campo & Cnockaert 1989).

Ende der 70er Jahre wurden im Umfeld der Flughäfen Los Angeles und Atlanta bei hoch belasteten Müttern vermehrt Geburten mit einer Spaltbildung der Wirbelsäule registriert. Gezielt angelegte Fallkontrollstudien schließen die Verursachung von Missbildungen durch Lärm jedoch aus (Edmonds et al. 1979). Relativ häufig wurde die schon in den 70er Jahren formulierte und aus den oben dargestellten möglichen Wirkmechanismen abgeleitete Hypothese vorzeitiger Geburten und geringerer Geburtsgewichte geprüft. Entsprechende, zum Teil groß angelegte Untersuchungen beziehen sich auf den Fluglärm und auf den Arbeitslärm.

Untersuchungen, in denen die Lärmbelastung am Arbeitsplatz von den Müttern oder aus deren Schilderung der Arbeitssituation geschätzt worden war, ergaben durchaus gewisse Assoziationen zwischen erhöhter Lärmbelastung und geringerem Geburtsgewicht bzw. verkürzter Schwangerschaftsdauer. Diese Zusammenhänge wurden aber in solchen Untersuchungen verneint, in denen die Lärmbelastung gemessen worden war. Lediglich Hartikainen et al. (1994) fanden in einer kleineren Stichprobe ein geringeres Geburtsgewicht bei Kindern, deren Mütter Pegeln von mehr als 90 dB(A) ausgesetzt waren.

Untersuchungen zur Wirkung von Fluglärm auf das Geburtsgewicht und die Schwangerschaftsdauer im Umfeld der Flughäfen Osaka, Roissy, Orly und Kadena ergaben bei den Kindern hoch belasteter Mütter tendenziell niedrigere Geburtsgewichte (Ando 1988, Matsuno et al. 1998, Matsui et al. 2004). Matsuno et al. (1998) schließen aber nicht aus, dass andere Faktoren als der Lärm zu diesem Ergebnis geführt haben könnten. Diese Zurückhaltung ist durchaus angemessen, da mehrere Studien, in denen die Confounder Alter der Mutter, Parität und Sozialstatus berücksichtigt wurden, keine Assoziation zwischen der Lärmbelastung und dem Geburtsgewicht bzw. der Schwangerschaftsdauer ermittelt hatten (Franssen et al. 1998).

Zusammenfassend bestätigen sich die Einschätzungen von Thompson (1996), Job (1996) und Morrell et al. (1997), die keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Einwirkung von Lärm und der Wirkung auf Schwangerschaft und fetale Entwicklung sehen.

D Technische und planerische Aspekte des Verkehrslärms

1 Grundlagen der Akustik

1.1 Luftschall–Entstehung, Ausbreitung, Bewertung

Schall ist zunächst die subjektive Wahrnehmung einer entfernt gelegenen Schallquelle, die das gehörte Geräusch durch markante Schwingungen hervorruft. Die Übertragung des Schalls zwischen Sender und Empfänger ist an die Bewegung kleinster Teilchen eines elastischen Kontinuums gebunden, wobei die Teilchen um eine im Mittel stabile Ruhelage schwingen. Dank der elastischen Koppelung im Kontinuum kann sich jede in ein Medium eingebrachte Störung als Schallwelle fortpflanzen, und zwar unabhängig vom Aggregatzustand, d.h. in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern; man spricht deshalb z.B. von Luft- oder Körperschall.

Für den Menschen ist der Luftschall die dominante Erscheinungsform des Schalls, da er Geräusche überwiegend mit dem Ohr aus der Luft aufnimmt. Das „normale" Ohr vermag dabei Töne in einem Frequenzbereich zwischen 16 und 16000 Hz – also über etwa 10 Oktaven – wahrzunehmen. Erweitert man den Frequenzbereich nach unten, spricht man von Infraschall, während die Ausdehnung nach oben in den Ultraschall führt; beide Grenzbereiche sind dem menschlichen Ohr verschlossen.

Eine Schallwelle, die sich in Luft ausbreitet, besteht im Allgemeinen in einer mehr oder minder großen Anzahl von diskreten Tönen (Oberwellen), die sich dem Grundton mit der niedrigsten auftretenden Frequenz überla-

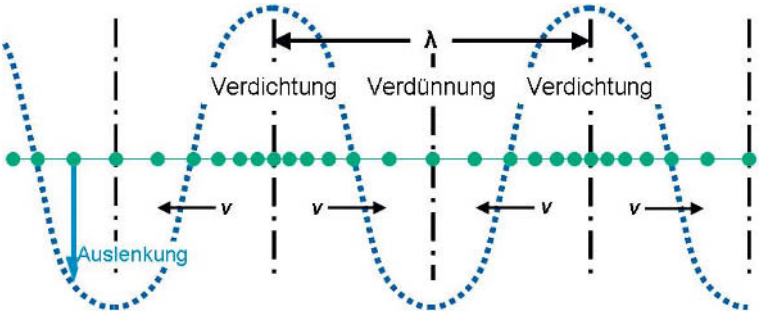


Abb. D.1: Momentaufnahme einer Schallwelle

gern. Grund- und Obertöne lassen sich jeweils als sinusförmige Longitudinalwelle (vgl. Abb. D.1) auffassen, in der die Luftteilchen mit der Geschwindigkeit ν der *Schallschnelle*, um ihre Ruhelage schwingen, wobei sich Teilchen im Abstand der *Wellenlänge* λ phasengleich bewegen.

Während die Luftteilchen im Mittel in Ruhe bleiben, breitet sich die Schallwelle selbst mit einer für kleine Störungen charakteristischen Geschwindigkeit im umgebenden kompressiblen Medium aus. Diese Größe heißt *Schallgeschwindigkeit*, sie lässt sich für Gase leicht mit den Erhaltungssätzen der Strömungsmechanik ableiten und ist nur abhängig von der Temperatur T des Gases und der Gasart, da der Isentropenexponent κ und die Gaskonstante R Stoffgrößen [17]) sind (Halliday, Resniek 1978). Die Gleichung für die Schallgeschwindigkeit lautet:

$$a = \sqrt{\kappa \cdot R \cdot T}$$

Die Frequenz ⊗des betrachteten Grund- oder Obertones beschreibt die Anzahl der Schwingungen, die jedes Luftteilchen pro Sekunde ausführt, und ist über die Wellenlänge λ mit der Schallgeschwindigkeit a verknüpft:

$$\lambda = a / f$$

Zur Betrachtung eines Schallfeldes gehört auch die Auslenkung ξ, die jedes Teilchen während einer Schwingung aus seiner Mittellage erfährt. Der quadratische Mittel- oder Effektivwert dieser Größe ist mit dem Effektivwert der Schallschnelle $\tilde{v}$ und der Frequenz über die Gleichung

$$\tilde{\xi} = \frac{\tilde{v}}{2\pi f}$$

verknüpft. Während die Frequenz die Tonhöhe bestimmt, ist der periodisch wechselnde Schalldruck p als wichtige Feldgröße für die Lautstärke eines Schallereignisses verantwortlich. Dank einer ungewöhnlichen Dynamik vermag das menschliche Ohr einen weiten Bereich des Schalldrucks zwischen $2 \cdot 10^{-5}$ und 100 Pa [18]) zu erfassen. Abb. D.2 veranschaulicht diese Fähigkeit des menschlichen Ohres, Wechseldrücke über fast sieben Zehnerpotenzen und Frequenzen über nahezu drei Größenordnungen wahrzunehmen.

Um von den wenig anschaulichen, sehr kleinen Druckmaßen abzukommen, wurde die Größe „Schalldruckpegel" als logarithmischer Maßstab eingeführt, der gemäß der Gleichung

$$L_p = 20 \log \frac{\tilde{p}}{\tilde{p}_o} [dB]$$

das Verhältnis des jeweiligen effektiven Schalldruckes $\tilde{p}$ zur Hörschwelle $\tilde{p}_o$ (20µ Pa) bei 1000 Hz beschreibt; die Einheit ist das Dezibel (dB). Damit erhält man leicht handhabbare Zahlenwerte zwischen 0 und 140.

---

[17] für Luft: $\kappa = 1{,}4$ $R = 287$ *kJ/kgK*

[18] 1Pa = 1N/m^2

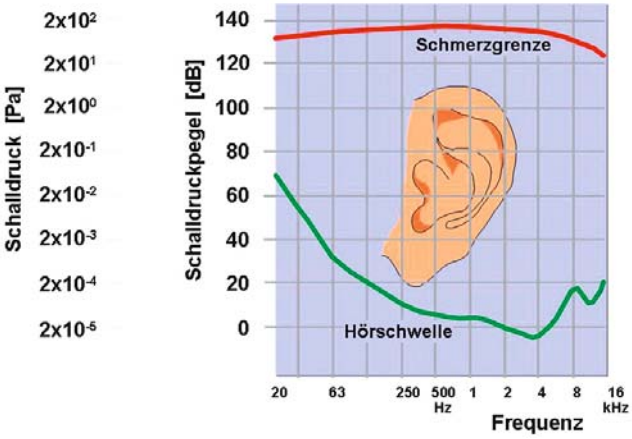


Abb. D.2: Hörbarer Amplitudenbereich – Effektivwerte des Wechseldruckes

Die Hörschwelle in Abb. D.2 ist definiert als die Druckschwankung, die das Ohr unter Ruhebedingungen gerade noch erkennt. Sie ist stark von der Frequenz abhängig, was darauf hindeutet, dass sich das menschliche Empfinden der Lautstärke erheblich mit der Frequenz verändert. Diesem Fakt Rechnung tragend, nimmt man bei der Analyse von Geräuschen oftmals eine Frequenzbewertung vor, die z.B. bei der A-Bewertung von Breitbandgeräuschen die niedrigen und hohen Frequenzen in der Pegelbildung weniger stark berücksichtigt als die Mittenfrequenz, weil das Ohr in den Randbereichen (Abb. D.2) offensichtlich unempfindlicher ist. Abb. D.3 zeigt, welche Abschläge in Abhängigkeit der Frequenz beim Pegel angebracht werden, und vermittelt ferner, dass unterschiedliche Bewertungsverfahren –

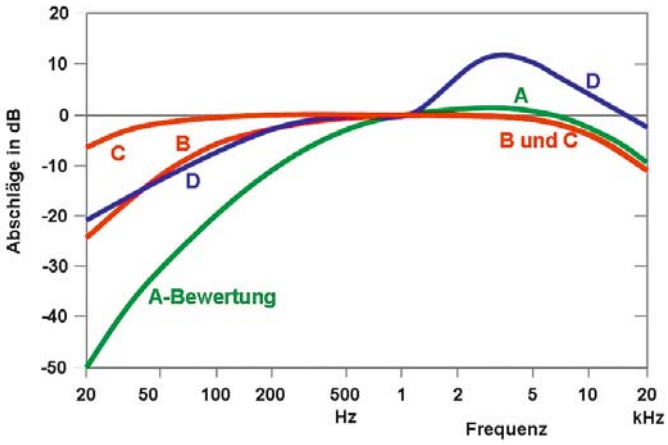


Abb. D.3: Frequenzbewertung von Schallereignissen

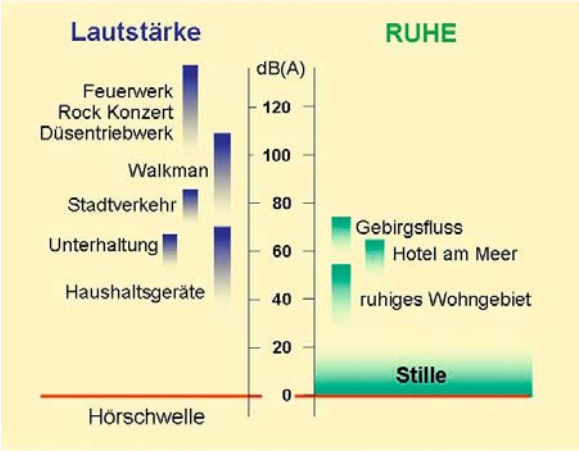


Abb. D.4: Geräuschbarometer

zweckspezifisch – existieren; die D-Bewertung wird u.a. in der Luftfahrt angewendet.

Um die in Abb. D.2 angegebene Bandbreite des Schalldruckes in ihrer Dimension zu veranschaulichen, ordnet Abb. D.4 typische Schallquellen des modernen Alltags in dieses Druckspektrum und unterscheidet dabei zwischen Geräuschen, die i.a. beruhigend wirken, und Lärm, der als störend empfunden wird oder gar als Gesundheit gefährdend gilt.

An dieser Stelle sei auf eine Besonderheit der logarithmischen Bemaßung dB hingewiesen, vgl. Abb. D.5. Bei einer Verdoppelung der Anzahl gleich lauter Schallquellen erhöhen sich Schalldruck und Schallleistung jeweils um 3 dB. Im gewählten Beispiel bedarf es einer Verzehnfachung der Zahl gleich lauter Autos, um die emittierte Schallleistung um eine Größenordnung anzuheben. Diese Pegelzunahme um 10 dB bedeutet dann eine Verdoppelung der subjektiv empfundenen Lautstärke.

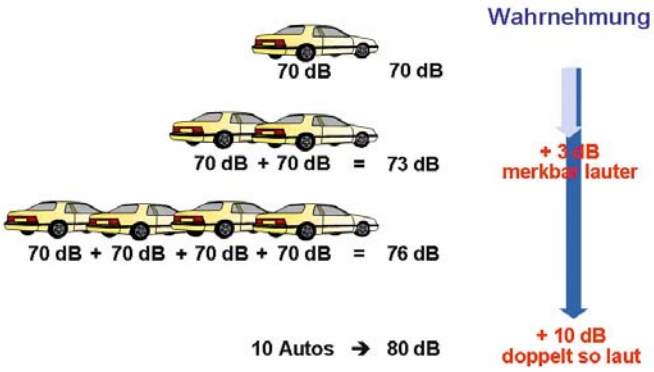


Abb. D.5: Wahrnehmung von Schallereignissen

Neben dem Schalldruckpegel gibt es weitere Maße zur Bewertung des einzelnen Schallereignisses, die man nach Bedarf verwendet, u.a.

den Schallleistungspegel

$$L_N = 10\lg\frac{P}{P_O} \qquad P_O = 10^{-12}W$$

den Schallintensitätspegel

$$L_I = 10\log\frac{I}{I_O} \qquad I_O = 10^{-12}W/m^2$$

(Dabei ergibt sich die Schallleistung als Produkt des Schalldruckes, der Schallschnelle und einer Fläche).

Branchenspezifisch existieren weitere Pegel, z.B. der *Effective Perceived Noise Level* (EPNL), der in der Luftfahrt verwendet wird und neben der Empfindlichkeit des Ohres auch die Lästigkeit von Tönen und die Zeitdauer des Geräusches berücksichtigt.

Die gängigen Schallpegel (L_p;L_N…) enthalten keinen Hinweis auf den zeitlichen Verlauf – Anstieg, Dauer oder Abfall – eines Schallereignisses. Erst die zeitintegrale Betrachtung des Einzelgeräusches oder vieler aufeinander folgender Ereignisse (wie im Verkehrsgeschehen) führt auf den äquivalenten Dauerschallpegel L_{eq}, der sich entsprechend Abb. D.6 durch Integration der Schallleistung über der Zeit ergibt. Der gemittelte Pegel ist der tatsächlichen Belastung energetisch gleichwertig.

Bei seriellen Ereignissen von kurzer Dauer (im Bereich von Minuten, Abb. D.7) erfolgt die Summierung je nach gewünschter Aussage über einen eindeutig definierten Zeitraum während des Tages oder der Nacht oder über 24 Stunden. Abb. D.7 veranschaulicht, wie sich bei Integration über acht Stunden Maximalpegel und Häufigkeit der Schallereignisse einander bedingen, wenn der Dauerschallpegel L_{eq} konstant 38,3 dB beträgt: Bei Reduktion

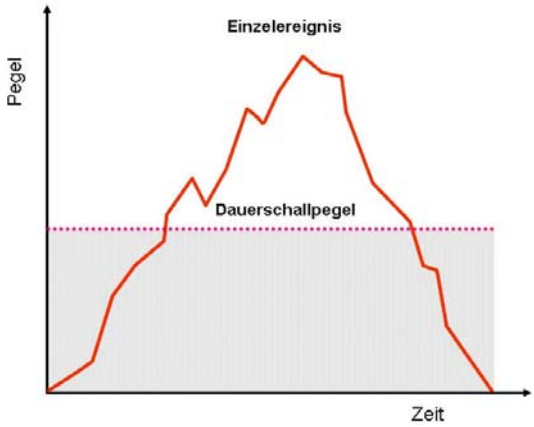


Abb. D.6: Mittelung von Schallereignissen

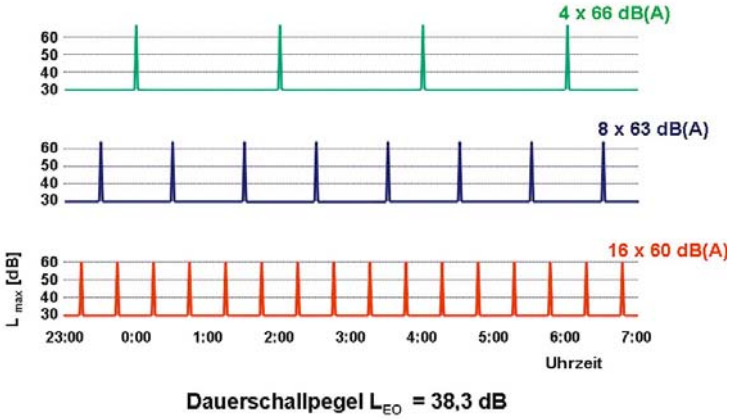


Abb. D.7: Zusammenhang von Pegel und Häufigkeit bei konstantem Dauerschallpegel

des Maximalpegels um jeweils 3dB(A) verdoppelt sich die Anzahl der Ereignisse.

Die Übersichtstabelle in Tabelle D.8 (Cremer 1975) fasst abschließend und ergänzend zu Abb. D.2 interessante Zahlen- und Eckwerte zusammen, die den für die menschliche Wahrnehmung zugänglichen Frequenz- und Amplitudenbereich charakterisieren. Sie gibt Auskunft über die „hörbaren" Frequenzen und Druckamplituden und nennt die zugehörigen Werte der Schallschnelle und der Schallauslenkung. Für das weitere Studium der Grundlagen wird auf

Tab. D.1: Übersichtstabelle Frequenz- und Amplitudenbereiche in Luft (nach Cremer 1975)

Hörbarer Frequenz- und Wellenlängenbereiche in Luft											
Frequenz (Hz)	16	32	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
Wellenlänge (m)	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02

Hörbarer Amplitudenbereich in Luft						
	Schall-druck	Schall-druckpegel	Schall-schnelle	Schallauslenkung		
	$\tilde{p}(Pa)$	$L_P(dB)$	$\tilde{v}(mm/s)$	$\tilde{\xi}(mm)$		
				125 Hz	1 kHz	8 kHz
‚max.'	100	134	250	0.32	$40x10^{-3}$	–
‚normal'	0.1	74	0.25	0.32x10-3	$40x10^{-6}$	$5x10^{-6}$
‚min.'	$2x10^{-5}$	0	$50x10^{-6}$	–	$8x10^{-9}$	–

die Literatur verwiesen, u.a. Halliday, Resniek (1978); Cremer (1975); Kleine Enzyklopädie Physik (1986) und Taschenbuch der Technischen Akustik (2004).

1.2 Schallentstehung im Verkehr

Im Verkehrsgeschehen begegnet man sehr unterschiedlichen Geräuscharten. In der Nachbarschaft viel befahrener Straßen herrscht ein *kontinuierliches Lärmgeschehen* vor, d.h. die Fahrzeuge folgen oder begegnen einander so dicht, dass ihre Lärmsignaturen nicht mehr unterschieden werden können. An Flughäfen und Eisenbahnstrecken hingegen überwiegen intermittierende Geräusche, weil Flugzeuge und Züge allgemein in so großem zeitlichen Abstand verkehren, dass sie akustisch individuell mit ihrem ansteigenden und fallenden Schallpegel wahrgenommen werden. Jedes Geräusch besteht dabei infolge zahlreicher Schallquellen am Fahrzeug aus einem in der Frequenz breitbandigen Grundspektrum und sich überlagernden Tönen, die von rotierenden Bauteilen, z.B. Motoren, Getrieben, Lüfter, Pumpen erzeugt und oftmals als besonders störend erfahren werden. Hierzu gehören bevorzugt tieffrequente Töne bis 100 Hz, die eine beträchtliche akustische Energie in sich vereinigen, nur schwer zu dämpfen und deshalb über große Distanzen hörbar sind.

Wie laut der Zuhörer eine Lärmquelle wahrnimmt, hängt von vielen Faktoren ab, vornehmlich vom Typ der Schallquelle (punkt- oder linienförmig, vgl. Abb. D.8 nach Brüel & Kjaer 2000) und vom Abstand zwischen Zuhörer und Quelle. Von erheblichem Einfluss auf die Transmission sind darüber hinaus atmosphärische und meteorologische Bedingungen, wie Wind, Turbulenz, Feuchte, Temperaturen sowie topographische Gegebenheiten, wie z.B. Hindernisse im Gelände, Bodenbeschaffenheiten.

Solange die Abmessungen einer Schallquelle klein sind im Vergleich zum Abstand vom Betrachter, spricht man von einer Punktquelle, z.B. ein entfernt startendes Flugzeug oder ein einzelnes Fahrzeug auf der Straße.

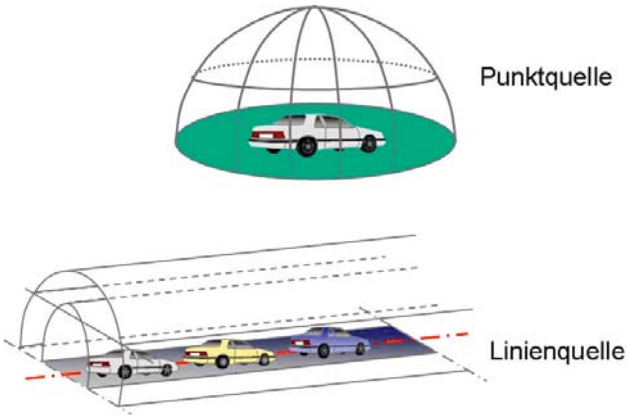


Abb. D.8: Schallquellentyp und Schallausbreitung

Die Schallenergie bereitet sich in diesem Fall kugel- oder halbkugelförmig aus (Abb. D.8, oben), was konstanten Schalldruckpegel an allen Orten bedeutet, die gleich weit von der Quelle entfernt sind. Bei Verdoppelung des Abstandes nimmt der Druckpegel jeweils um 6 dB ab, sofern die Ausbreitung „ungestört", d.h. ohne nennenswerte Dämpfung in der Atmosphäre verläuft. Abb. D.8 beschreibt im unteren Teil die Linienquelle, die dadurch gekennzeichnet ist, dass *eine* Dimension der Quelle groß ist im Vergleich zum Abstand zwischen Quelle und Betrachter, z.B. ein längerer Eisenbahnzug oder ein ununterbrochener Fahrzeugstrom auf der Straße. In diesem Fall breitet sich das Schallfeld zylindrisch aus, und der Druckpegel auf den Zylindermantelflächen verringert sich um jeweils 3 dB bei einer Verdoppelung des Abstandes; auch hier ist vorausgesetzt, dass keine merkliche Dämpfung der Transmission stattfindet.

Die Schallausbreitung in der Atmosphäre verläuft, wie schon angedeutet, nicht ungestört, sondern unterliegt vielen meteorologischen und bodenspezifischen Einflüssen. Abb. D.9 vermittelt einen summarischen Eindruck von der Komplexität der Schallausbreitung: Brechung durch Temperaturschichtung und Wind, Streuung durch atmosphärische Turbulenz, Reflexion, Beugung und Abschattung durch Bodenerhebungen und aufragende Hindernisse sind dabei wichtige Parameter. Die komplizierten Zusammenhänge verständlich zu beschreiben, gelingt nicht in gebotener Kürze; für weitere Einzelheiten wird deshalb auf die einschlägige Literatur (Isermann 2004; Mellert 1998) verwiesen. An dieser Stelle bleibt festzustellen, dass die Veränderungen der Schallsignaturen und -pegel durch sekundäre Einflüsse im allgemeinen nicht vernachlässigbar sind und bei genauen Immissionsprognosen für Statusbewertung, Siedlungsplanung und weiterführende Forschungen u.a. über Wirkungen auf den Menschen berücksichtigt werden müssen.

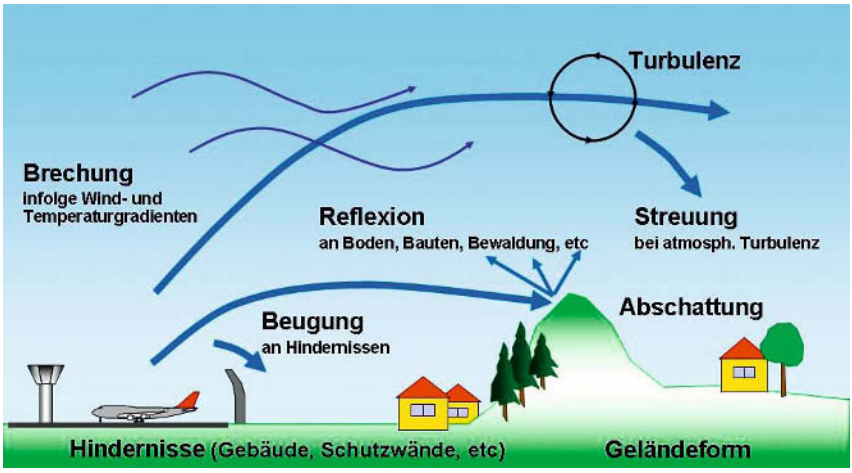


Abb. D.9: Schallausbreitung

2 Entstehung und Perspektive von Straßenverkehrsgeräuschen

2.1 Spezifische Schallemission der Straßenfahrzeuge

Das Geräusch, das ein Kraftfahrzeug im Verkehr abstrahlt, setzt sich im Wesentlichen aus zwei Anteilen zusammen, dem Antriebsgeräusch und dem Rollgeräusch. Darüber hinaus werden zunehmend auch aerodynamische Geräusche der Fahrzeugkarosserie als weitere Quelle angeführt. Dank der deutlichen Verbesserungen der Aerodynamik im Fahrzeugbau spielen diese aber bei den auf hoch belasteten Straßen üblichen Geschwindigkeiten (bis 130 km/h) noch keine Rolle für das Gesamtgeräusch und sollen daher hier nicht weiter betrachtet werden.

Wenn nichts anderes erwähnt wird, beziehen sich die Geräuschpegelangaben in den folgenden Abschnitten auf A-bewertete Maximalwerte während einer Vorbeifahrt des Fahrzeugs in 7,5 m Entfernung und 1,2 m Höhe.

2.1.1 Antriebsgeräusch

Das Antriebsgeräusch hängt ursächlich nicht mit der Fahrgeschwindigkeit, sondern mit der Motordrehzahl und der Motorbelastung zusammen. Unter dem Begriff „Antriebsgeräusch“ wird eine Reihe von Geräuschquellen zusammengefasst, die das Antriebsaggregat (in der Regel immer noch ein Verbrennungsmotor) mit Ansaug- und Auspufftrakt, den Lüfter, das Getriebe sowie den Antriebsstrang (Kardanwelle, Antriebsachse) umfassen. Mit Ausnahme des Antriebsstrangs steigt die Geräuschentwicklung der Antriebsgeräusche mit zunehmender Motordrehzahl und Motorbelastung stark an.

Abb. D.10 zeigt die maximalen Geräuschemissionspegel während der Vorbeifahrt in 7,5 m Entfernung und 1,2 m Höhe für einen Pkw mit 110 kW Nennleistung, einen schweren Lkw mit 290 kW Nennleistung und ein Motorrad mit 72 kW Nennleistung in Abhängigkeit von der normierten Drehzahl mit und ohne Motorbelastung. Die Drehzahlen sind auf die Spanne zwischen Nenndrehzahl und Leerlaufdrehzahl (n_idle) bezogen, so dass diese im Motordesign sehr unterschiedlichen Fahrzeugarten im unmittelbaren Vergleich dargestellt werden können. Der Pkw hat eine Nenndrehzahl von 5700 min^{-1}, der Lkw eine Nenndrehzahl von 1800 min^{-1} und das Motorrad eine Nenndrehzahl von 12000 min^{-1}. Bei allen drei Beispielen handelt es sich um typische Vertreter ihrer Kategorie, die die derzeitigen Grenz-

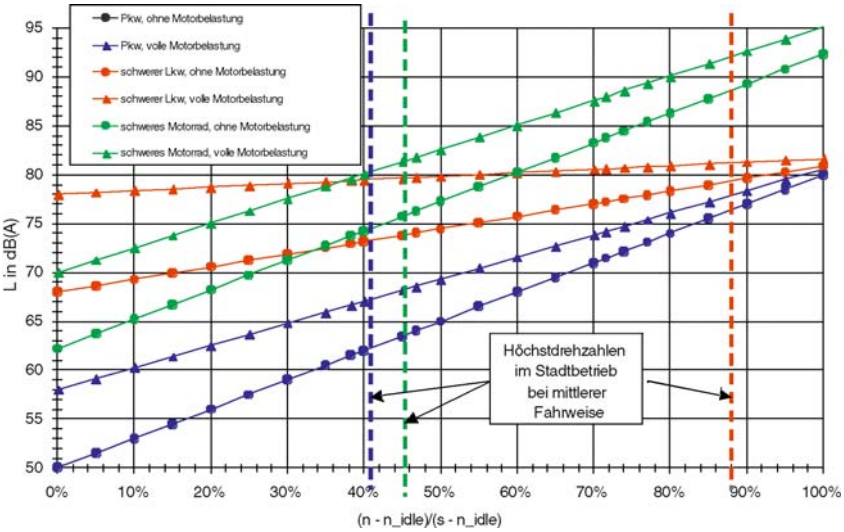


Abb. D.10: Maximale Geräuschpegel während der Vorbeifahrt für einen Pkw, einen schweren Lkw und ein schweres Motorrad in Abhängigkeit von der normierten Motordrehzahl

werte einhalten und dem Stand der Technik entsprechen. Die Ergebnisse wurden im Rahmen einer Arbeit von Steven (2003) gewonnen.

Es ist unschwer zu erkennen, dass das Motorrad von seinen technischen Möglichkeiten her erheblich lauter betrieben werden kann als der Pkw oder der Lkw und dass selbst der Pkw bei Nenndrehzahl nur unwesentlich leiser als der Lkw ist. Dies bedeutet nun aber nicht zwangsläufig, dass das Motorrad im praktischen Betrieb höhere Geräuschemissionen verursacht als Lkw und Pkw.

Zum einen fehlt bei den letztgenannten noch das Rollgeräusch, das für das Gesamtgeräusch eines Motorrades nicht von Bedeutung ist, wohl aber für das Gesamtgeräusch eines Pkw. Zum anderen werden nur die Lkw im realen Straßenverkehr mit Drehzahlen bis nahe an die Nenndrehzahl betrieben, für Motorräder und Pkw gilt dies nur, wenn sie mit Höchstgeschwindigkeit gefahren werden, was in Agglomerationen, wo die größten Geräuschbelastungen auftreten, nicht der Fall ist (siehe Abb. D.10). Zudem wird nur der Lkw im realen Straßenverkehr mit voller Motorbelastung betrieben, Pkw und Motorrad werden bei für die jeweilige Kategorie durchschnittlicher Fahrweise auch bei Beschleunigungsvorgängen nur mit Teillast betrieben. Der schwere Lkw bringt es im Stadtbetrieb bei Beschleunigungsvorgängen auf Antriebsgeräusch-Spitzenwerte von ca. 80 dB(A), das Motorrad auf Werte von 75 bis 77 dB(A) und der Pkw auf Werte von 62 bis 65 dB(A).

In Abb. D.11 sind die (A-bewerteten) Terzspektren eines Pkw, eines schweren Motorrades und eines schweren Lkw bei mittleren Drehzahlen und voller Motorbelastung dargestellt.

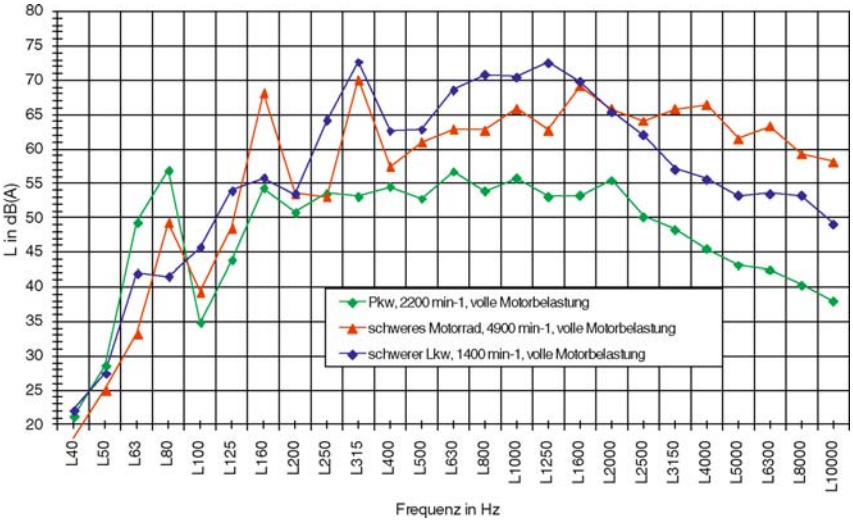


Abb. D.11: Terzspektren des Vorbeifahrgeräusches eines Pkw, eines schweren Motorrades und eines schweren Lkw bei mittleren Drehzahlen und voller Motorbelastung

Im Hinblick auf Minderungsmaßnahmen ist auch interessant zu wissen, wie sich das Antriebsgeräusch aus den Beiträgen einzelner Teilquellen zusammensetzt. Kenntnisse hierüber liegen allerdings nur für die Betriebszustände der bei der Typprüfung durchgeführten Geräuschmessungen vor. Diese sind im Normalfall für Pkw Volllastbeschleunigungen im zweiten und dritten Gang aus einer Geschwindigkeit von 50 km/h heraus.

In Tab. D.2 sind die Geräuschpegel der wichtigsten Teilschallquellen für die Typprüfbedingungen zusammengestellt. Tab. D.3 zeigt die energetischen Geräuschanteile. Für das erstgenannte Fahrzeug gab es leider keine nach Gang differenzierten Ergebnisse, das letztgenannte Fahrzeug wird nur im dritten Gang gemessen (Nennleistung größer 140 kW und Leistungsgewicht bezogen auf die zul. Gesamtmasse über 75 kW/t).

Beim zweiten Fahrzeug sind zusätzlich zu den Typprüfbedingungen auch Werte für den 4. Gang angegeben. Die derzeit geringste Bedeutung für das Gesamtgeräusch haben die Geräuschanteile des Antriebsstrangs. Ihr Anteil ist meist geringer als 10%. Es folgen die Ansaug- und Auspuffgeräusche, die allerdings je nach Fahrzeugkonzept sehr unterschiedliche Anteile aufweisen (unter 10% bis zu 25%). Der Anteil des Reifens liegt im zweiten Gang zwischen 16% und 38%, in der Regel dominiert in dieser Getriebestufe der Motor (Anteile zwischen 34% und 57%. Im dritten Gang vertauschen Motor und Reifen ihre Bedeutung für das Gesamtgeräusch. Die Anteile des Reifens liegen zwischen 46% und 63%, die des Motors nur noch zwischen 17% und 22%.

Zwar haben auch beim leistungsstarken Sportwagen die Reifengeräusche im dritten Gang den größten Geräuschanteil, jedoch ist er nicht so groß wie

Tabelle D.2: Geräuschpegel von Teilschallquellen bei Pkw für die Messbedingungen der Typprüfung (aus Steven 2003)

Fahrzeug	Gang	Motor	Ansaug.	Auspuff	Getriebe + Rest	Reifen	Gesamt
Kompakt-klasse	2/3 Mix	68.0	64.4	65.1	66.0	69.4	74.0
Kompakt-klasse	2	69.5	65.0	56.0	65.7	70.0	74.2
4-Zylinder	3	63.7	59.1	56.3	55.1	68.3	70.3
	4	60.0	53.0	49.3	53.1	67.1	68.2
Mittelklasse	2	73.2	65.5	68.0	64.5	68.0	76.0
4-Zylinder	3	63.6	60.5	62.8	61.8	67.6	71.0
Mittelklasse	2	73.9	66.7	66.3	62.3	68.9	76.3
120 kW	3	63.1	63.8	60.8	53.8	67.9	70.8
Mittelklasse	2	70.9	68.9	63.9	59.7	68.7	74.9
84 kW	3	64.1	62.4	64.3	54.3	67.9	71.3
Sportwagen	3	67.0	67.0	67.0	67.0	68.9	74.4

Tab. D.3: Geräuschanteile von Teilschallquellen bei Pkw für die Messbedingungen der Typprüfung (aus Steven 2003)

Fahrzeug	Gang	Motor	Ansaug.	Auspuff	Getriebe + Rest	Reifen	
Kompakt-klasse	2/3 Mix	25%	11%	13%	16%	35%	100%
Kompakt-klasse	2	34%	12%	2%	14%	38%	100%
4-Zylinder	3	22%	8%	4%	3%	63%	100%
	4	15%	3%	1%	3%	78%	100%
Mittelklasse	2	52%	9%	16%	7%	16%	100%
4-Zylinder	3	18%	9%	15%	12%	46%	100%
Mittelklasse	2	57%	11%	10%	4%	18%	100%
120 kW	3	17%	20%	10%	2%	51%	100%
Mittelklasse	2	40%	25%	8%	3%	24%	100%
84 kW	3	19%	13%	20%	2%	46%	100%
Sportwagen	3	18%	18%	18%	18%	28%	100%

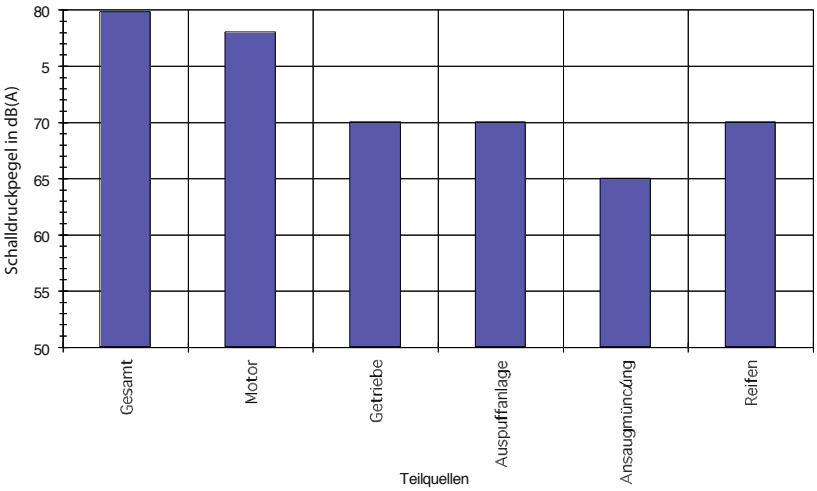


Abb. D.12: Geräuschpegel der Teilquellen bei schweren Lkw unter Typprüfbedingungen (aus Steven 2003)

bei den übrigen Fahrzeugen. Die Anteile der übrigen Quellen sind etwa gleich groß. Das heißt, dass die Ansaug- und Auspuffgeräusche eine größere Bedeutung haben als bei den übrigen Fahrzeugen. Dies bestätigen auch die Ergebnisse der Geräuschuntersuchungen bei Fahrzeug zwei.

Bei schweren Lkw dominiert unter Typprüfbedingungen eindeutig das Antriebsaggregat. In Abb. D.12 sind die Teilquellenpegel unter Typprüfbedingungen aufgestellt. Abb. D.13 zeigt die prozentualen Anteile am Gesamt-

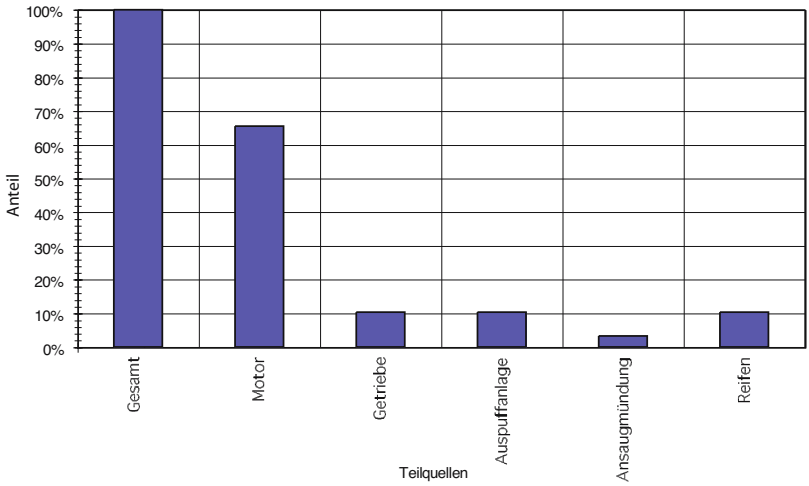


Abb. D.13: Anteile verschiedener Quellen am Gesamtgeräusch bei schweren Lkw unter Typprüfbedingungen (aus Steven 2003)

geräusch. Die Geräusche der anderen Teilquellen liegen rund 8 dB(A) unter dem Motorgeräusch. Ihr Anteil am Gesamtgeräusch beträgt 10% oder weniger. Es sollte noch erwähnt werden, dass zum Erreichen des Gesamtgeräusches von 80 dB(A) (derzeitiger Geräuschgrenzwert) eine Teilkapsel mit einer Minderungswirkung von 4 dB(A) sowie besonders leise Längsprofilreifen eingesetzt werden.

2.1.2 Reifen-Fahrbahngeräusche

Das Reifen-Fahrbahngeräusch – oft Rollgeräusch genannt – wächst mit der Fahrgeschwindigkeit und hängt in hohem Maße von den Reifen/Fahrbahn-Verhältnissen ab. Darüber hinaus haben bei Beschleunigungsvorgängen auch noch das Raddrehmoment sowie der Reifenschlupf eine geräuscherhöhende Wirkung; auf beide Effekte soll aber hier nicht eingegangen werden, da sie erst bei sehr hohen Beschleunigungswerten auftreten, die im praktischen Betrieb nur selten vorkommen.

Aus umfangreichen Forschungsarbeiten zur Rollgeräuschentstehung ist bekannt, dass der Reifen auf verschiedene Weise zur Geräuschabstrahlung angeregt werden kann: Die Luft in den Profilrillen wird beim Durchlaufen der Aufstandsfläche komprimiert und wieder entspannt. Die durch dieses „air pumping“ sowie Resonanzeffekte in den Profilrillen hervorgerufene Geräuschabstrahlung ist um so intensiver, je dichter die Profilrillen von der Fahrbahnoberfläche abgeschlossen werden, also „je glatter“ die Oberfläche ist. Die Unebenheiten der Fahrbahnoberfläche regen den Reifen zu Schwingungen an. Die dadurch hervorgerufene Geräuschabstrahlung ist umso intensiver, je „rauer“ und unebener die Oberfläche ist. Reifen und Deckschicht bilden im Einlauf und Auslauf ein Horn, durch das die Schallabstrahlung in der Aufstandsfläche verstärkt und nach vorn und hinten gerichtet wird.

Darüber hinaus beeinflusst die Deckschichttextur auch die Schallausbreitungsdämpfung, insbesondere bei offenporigen Belägen. Dieser Einflussparameter wirkt vornehmlich im Bereich hoher Frequenzen.

Wie im vorherigen Abschnitt werden Einflussparameter und Geräuschniveau wieder für den Mittelklasse-Pkw und den schweren Lkw als typische Vertreter ihrer Fahrzeugkategorie dargestellt. Sie basieren auf Daten aus dem Geräuschmodell „Tranecam“, stellen die Situation für durchschnittliche Reifen heutiger Produktion dar und stammen aus einer Reihe von Untersuchungen zum Reifen/Fahrbahn-Geräusch (Morgan et al. 2003; Heidebrunn, Steven 2000; Steven 1997; Haberkorn et al. 1999; Steven 1999; Ivannikov et al. 1998; Beckenbauer et al. 2001; Steven 1997; Ulrich). Auf Motorräder braucht nicht eingegangen zu werden, weil die Rollgeräusche bei dieser Fahrzeugkategorie nicht zum Gesamtgeräusch beitragen.

In Abb. D.14 sind die Rollgeräuschpegel des Mittelklasse-Pkw in Abhängigkeit von Fahrzeuggeschwindigkeit und von der Fahrbahndeckschicht dargestellt. Es wurden die wichtigsten, derzeit verbauten Fahrbahndeck-

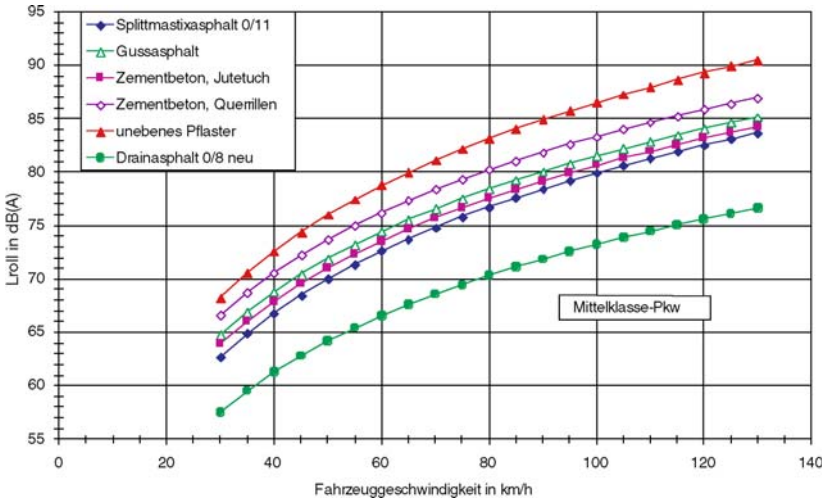


Abb. D.14: Rollgeräusche eines Mittelklasse-Pkw in Abhängigkeit von Fahrzeuggeschwindigkeit und Fahrbahndeckschicht

schichten sowie als lautes Extrem unebenes Pflaster berücksichtigt. Der nicht aufgeführte Asphaltbeton entspricht dem Splittmastixasphalt, quergeriffelter Zementbeton wird in Deutschland nicht mehr verbaut. Die Zahlenangabe 0/11 bedeutet, dass die maximale Korngröße des Splittanteils im Belag 11 mm beträgt. Splittmastixasphalt 0/11 ist derzeit der Standardbelag, für Geräuschberechnungen wird Gussasphalt als Referenz im Außerortsbereich verwendet.

Es ist unschwer zu erkennen, dass die Rollgeräuschpegel mit dem Logarithmus der Fahrzeuggeschwindigkeit ansteigen. Der Anstieg beträgt bei Verdopplung der Geschwindigkeit je nach Deckschicht zwischen 9 und 11 dB. Erwartungsgemäß sind die Geräuschpegel auf unebenem Pflaster am höchsten und auf offenporigem Drainasphalt am geringsten. Die Spanne zwischen diesen beiden Deckschichten beträgt für innerstädtische Geschwindigkeiten 10 bis 12 dB(A). Aber selbst wenn man die beiden Deckschichten mit den höchsten Pegelwerten nicht berücksichtigt, beträgt die Bandbreite immer noch 7 bis 8 dB(A).

Zum Vergleich: Die Bandbreite der Rollgeräuschpegel verschiedener Pkw-Reifen derselben Spezifikation (Breite, Geschwindigkeitsindex) auf gegebener Fahrbahndeckschicht liegt zwischen 4 und 7 dB(A).

Abb. D.15 zeigt in entsprechender Weise wie beim Pkw die Rollgeräuschpegel für den schweren Lkw, wobei berücksichtigt wurde, dass dieser in der Praxis aus Zugfahrzeug plus Anhänger oder Sattelauflieger besteht und insgesamt 5 Achsen aufweist.

Für Lkw-Reifen, die auf hohe Tragfähigkeit und hohe Laufleistung ausgelegt sind, ergibt sich eine unterschiedliche Rangfolge der Deckschichten als

für Pkw-Reifen. Beispielsweise kehrt sich die Rangfolge von Gussasphalt und Zementbeton mit Jutetuchtextur gegenüber dem Pkw um. Auch ist die Bandbreite insgesamt geringer als bei Pkw-Reifen.

Bei schweren Nutzfahrzeugen muss man aber noch zwischen Reifen mit Längsprofil und Reifen mit Traktionsprofil unterscheiden (siehe Abb. D.16). Letztere werden allerdings ausschließlich auf der Antriebsachse verwendet und zwar auch nur bei Baustellenfahrzeugen und Fahrzeugen, die häufig in bergigem Gelände eingesetzt werden, sowie im Winterbetrieb. Traktionsreifen weisen bis zu 4 dB(A) höhere Rollgeräuschpegel auf als Lkw-Reifen mit Längsprofil. Innerhalb beider Kategorien sind die reifentypbedingten Geräuschunterschiede geringer als bei den Pkw-Reifen (2 bis 4 dB(A)).

Die Frequenzspektren von Pkw- und Lkw-Reifen sind beispielhaft in Abb. D.18 für verschiedene Geschwindigkeiten dargestellt. Da zur Rollgeräuschmessung der Motor abgeschaltet werden muss, stehen derartige Ergebnisse zumeist nur aus Untersuchungen auf Teststrecken zur Verfügung. Diese sind überwiegend mit einer Deckschicht aus Asphaltbeton 0/8 nach ISO 10844 versehen, was auch hier der Fall ist. Die Form der Frequenzkurven ist aber auch bei anderen Deckschichten ähnlich. Die höchsten Pegel treten zwischen 800 und 1250 Hz auf.

Wären die Profilabschnitte eines Reifens alle gleich, würden im Frequenzspektrum geschwindigkeitsabhängige Resonanzstellen auftreten. Um dies zu vermeiden, weisen moderne Reifen „randomisierte“ Profile auf, bei denen keine ausgeprägten, geschwindigkeitsabhängigen Pegelspitzen mehr auftreten, sondern die Pegel über das gesamte Spektrum mit zunehmender Geschwindigkeit ansteigt. Das Spektrum des Lkw zeigt, dass die Randomisierung nicht vollständig gelungen ist.

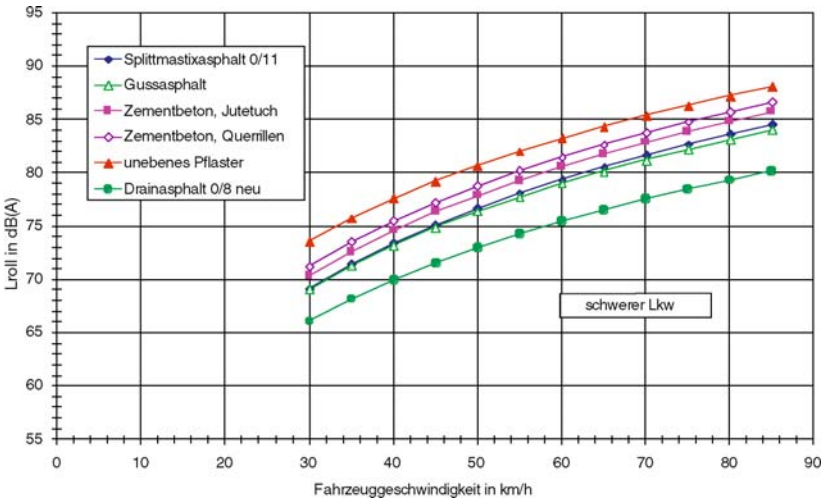


Abb. D.15: Rollgeräusche eines schweren Lkw in Abhängigkeit von Fahrzeuggeschwindigkeit und Fahrbahndeckschicht

Abb. D.16: Lkw-Reifen mit Längsprofil (links) und mit Traktionsprofil (rechts)

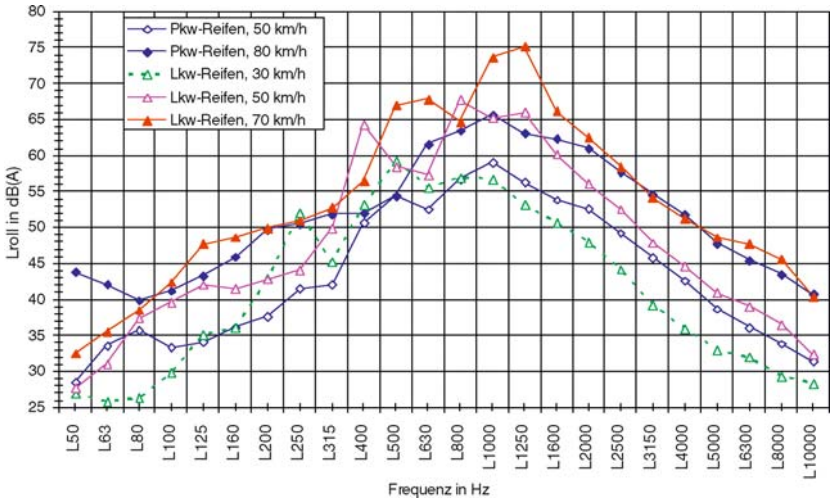


Abb. D.17: Frequenzspektren von Rollgeräuschen von Pkw- und Lkw-Reifen (Solo-Fahrzeug) auf Asphaltbeton 0/8 (ISO-Belag)

2.1.3 Gesamtgeräusche

Das Gesamtgeräusch eines Fahrzeugs ergibt sich aus der Überlagerung von Antriebs- und Rollgeräusch. Da das Antriebsgeräusch primär von der Motordrehzahl abhängt, ist das Gesamtgeräusch nicht nur eine Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit sondern auch der Gangwahl. Dies sei an Beschleunigungsvorgängen für die drei Beispielfahrzeuge erläutert.

In Abb. D.18 sind die Antriebsgeräusche des Pkw in den verschiedenen Gängen über der Fahrgeschwindigkeit zusammen mit der Rollgeräuschkurve dargestellt. Dabei wird der jeweilige Gang bis zu der Drehzahl benutzt, die in Abb. D.1 als Höchstdrehzahl gekennzeichnet ist. Für das vorliegende

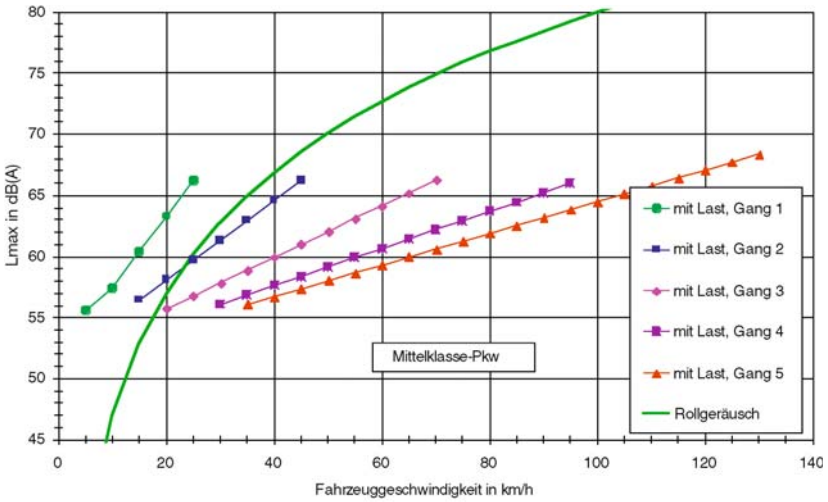


Abb. D.18: Antriebs- und Rollgeräusche eines Mittelklasse-Pkw in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

Beispiel entspricht dies ca. 2850 min^{-1}. Bei Erreichen dieser Drehzahl wird in den nächst höheren Gang geschaltet. Lediglich im höchsten Gang werden höhere Drehzahlen gefahren, wenn die Geschwindigkeit 110 km/h überschreitet. Weiterhin wurde berücksichtigt, dass die Geräuschpegel bei Teillastbeschleunigungen im realen Verkehr dem gewichteten Mittel aus Volllast und ohne Last entsprechen, mit einer Wichtung von 30% für den Betrieb ohne Last und 70% für den Volllastbetrieb.

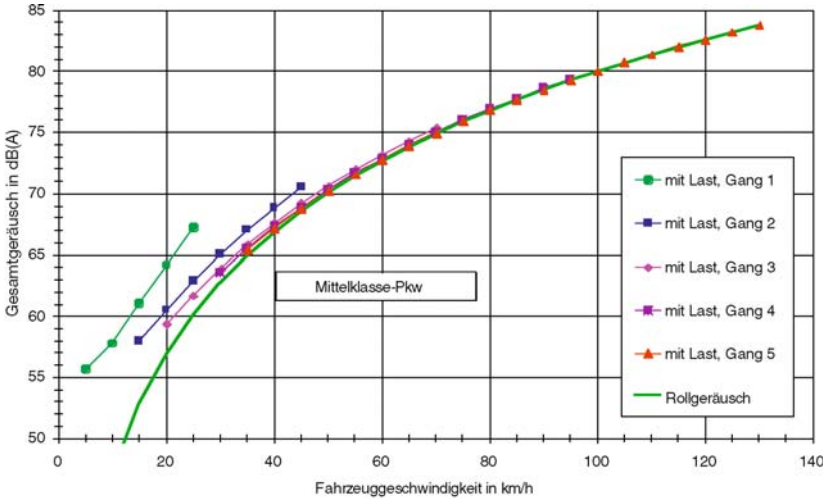


Abb. D.19: Gesamtgeräusche eines Mittelklasse-Pkw in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

In den Gängen 1 bis 4 variieren die Antriebsgeräuschpegel zwischen 56 und 67 dB(A), das Rollgeräusch übertrifft das Antriebsgeräusch bereits ab dem dritten Gang. Dies führt dazu, dass das Gesamtgeräusch ab 40 km/h in den Gängen 3 bis 5 nur unwesentlich höher ist als das Rollgeräusch.

Abb. D.19 zeigt die Vorbeifahrtgeräusche des Motorrades bei Beschleunigungsvorgängen in Abhängigkeit von Gangwahl und Geschwindigkeit. Das Rollgeräusch des Pkw ist zum Vergleich dargestellt. Abgesehen vom Anfahrbereich variieren die Geräuschpegel zwischen 75 und 80 dB(A). Das Fahrgeräusch des Motorrades entspricht im 4. Gang in etwa dem Rollgeräusch des Pkw. Das bedeutet, bei niedrigen Geschwindigkeiten ist das Motorrad lauter als der Pkw, bei hohen Geschwindigkeiten ist dies umgekehrt und zwar einzig wegen des Rollgeräusches des Pkw.

Antriebs- und Rollgeräusche des schweren Lkw sind in Abb. D.21 dargestellt. Das Gesamtgeräusch ist in Abb. D.22 angegeben. Die Nummerierung der Gänge bedarf noch einer Erläuterung. Schwere Lkw sind je nach Auslegung und Einsatzzweck mit Getrieben ausgerüstet, die (ohne den Rückwärtsgang) 10 bis 16 Gangstufen aufweisen. Die Schaltkulisse weist jedoch nur die Hälfte der Gänge auf, die Verdopplung ergibt sich durch ein Splitgetriebe mit entsprechendem Wahlhebel. Das Splitgetriebe wird nur an Steigungsstrecken sowie bei Konstantfahrt benutzt, so dass auch bei 16 Getriebestufen nur 8 Gänge geschaltet werden. Außerdem werden die beiden niedrigsten Gänge nur für das Fahren an Steigungsstrecken benutzt, so dass für den normalen Betrieb 6 Gänge verbleiben. Diese Gänge sind hier zugrunde gelegt und von 1 bis 6 durchnummeriert worden. Der höchste Gang ist so ausgelegt, dass die Höchstgeschwindigkeit bei mittleren Drehzahlen gefahren werden kann, um den Kraftstoffverbrauch zu minimieren.

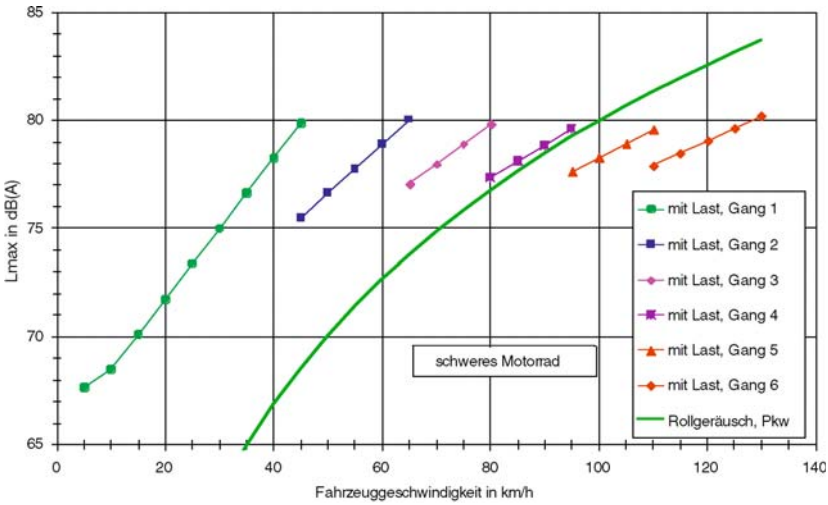


Abb. D.20: Vorbeifahrtgeräusche eines schweren Motorrades in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Gangwahl

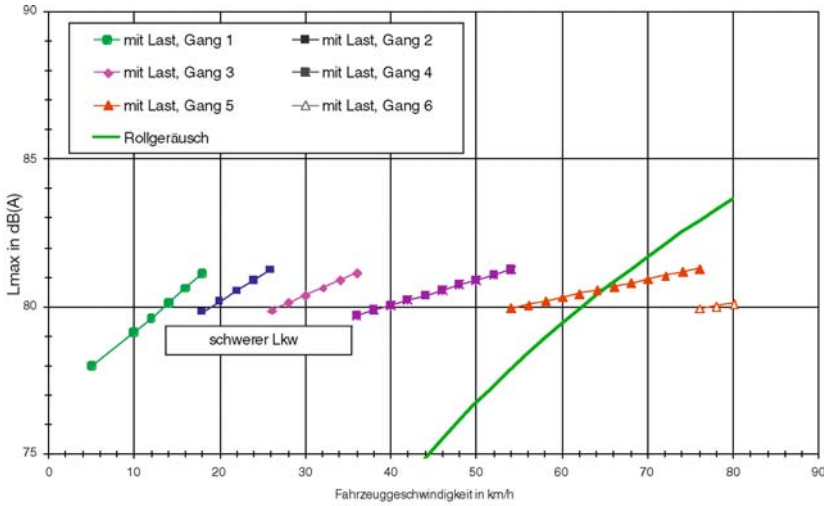


Abb. D.21: Antriebs- und Rollgeräusche eines schweren Lkw in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

In den ersten 4 Gängen (bis 55 km/h) dominiert beim Beschleunigungsvorgang klar das Antriebsgeräusch. Ab 65 km/h übertrifft jedoch das Rollgeräusch das Antriebsgeräusch, im höchsten Gang liegt das Antriebsgeräusch deutlich unter dem Rollgeräusch.

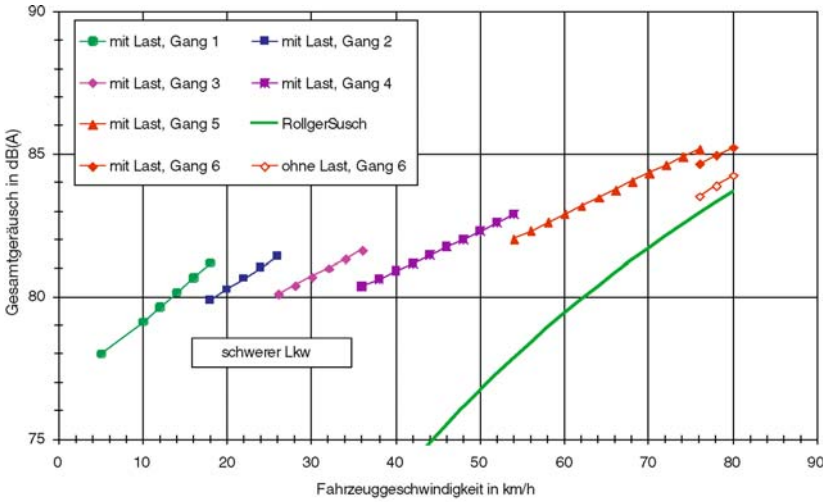


Abb. D.22: Gesamtgeräusche eines schweren Lkw in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

2.2 Geräuschemissionen im praktischen Betrieb

Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurden an verschiedenen Messorten an bestehenden Straßen die maximalen Geräuschpegel während der Vorbeifahrt einzelner Kraftfahrzeuge gemessen und einer statistischen Analyse unterzogen (siehe Steven, noch nicht veröffentlicht). Die Ergebnisse sind in Abb. D.23 dargestellt. Es ist unschwer zu erkennen, dass die Pkw die leiseste Fahrzeugart bilden, gefolgt von leichten Nutzfahrzeugen (LDV) und Motorrädern. Leichte Nutzfahrzeuge sind kleine Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse bis 3500 kg. Mopeds sind bei gleicher Geschwindigkeit lauter als Motorräder. Linienbusse und schwere Nutzfahrzeuge sind noch einmal deutlich lauter, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten.

Beispielsweise beträgt die Pegeldifferenz zwischen Lkw mit mehr als drei Achsen und Pkw bei 30 km/h im Mittel ca. 13 dB(A). Dies ist auch der Grund, weshalb bereits geringe Lkw-Anteile innerorts einen großen Einfluss auf den Mittelungspegel haben.

2.2.1 Beitrag des Einzelfahrzeugs zum Mittelungspegel

Im Rahmen von Morgan (2003) wurden die Beiträge eines Fahrzeugs verschiedener Fahrzeugkategorien zur stündlichen Gesamtgeräuschbelastung an einer Straße für verschiedene Straßentypen ermittelt. Die Bezugsentfernung ist 25 m, die Bezugshöhe vier Meter. Alle Fahrzeuge entsprechen dem derzeitigen Stand der Technik. Die Berechnungen wurden mit dem ursprünglich für das Umweltbundesamt entwickelten Geräuschemissionsmodell TRANECAM durchgeführt, das im Rahmen von Morgan (2003)

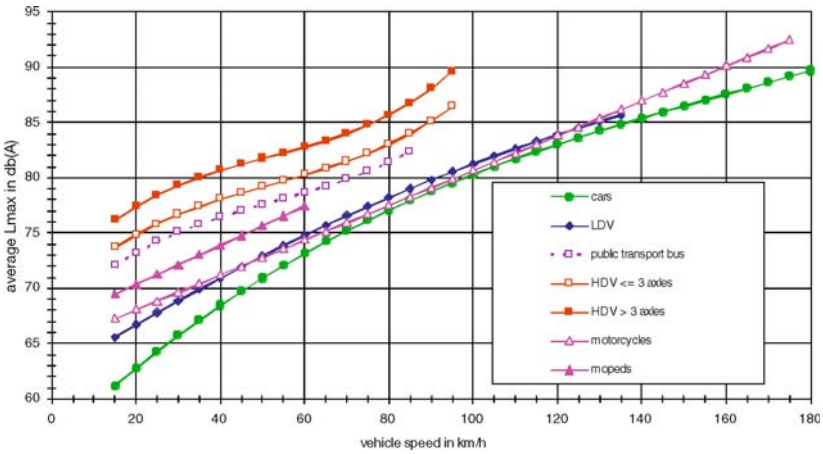


Abb. D.23: Mittlere Vorbeifahrtpegel verschiedener Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, aus Steven (noch nicht veröffentlicht) (cars – Pkw, LDV – leichte Nutzfahrzeuge, HDV – schwere Nutzfahrzeuge, motorcycles – Motorräder)

weiterentwickelt und verbessert wurde. Den Berechnungen liegen für den jeweiligen Straßentyp gemessene Fahrzyklen mit sekündlicher Auflösung zugrunde, bei denen Geschwindigkeit, Motordrehzahl und Motorbelastung gemessen wurden. Dabei wurden Antriebs- (Lp_eq) und Rollgeräusche (Lr_eq) getrennt bestimmt, so dass der jeweilige Einfluss auf das Gesamtgeräusch (Lg_eq) beurteilt werden kann. Stillstandsanteile wurden nicht berücksichtigt.

In Abb. D.24 bis Abb. D.26 sind die stündlichen Beiträge eines Fahrzeugs je Kategorie beispielhaft für folgende Straßentypen dargestellt:

- Wohnstraßen mit Tempolimit 30 km/h,
- Innerörtliche Hauptverkehrsstraße mit Tempolimit 50 km/h,
- Außerortsstraße mit Tempolimit 100 km/h.
- Als Fahrbahndeckschicht wurde Splittmastixasphalt 0/11 angesetzt.

Selbst in Tempo 30-Zonen sind bei den Pkw die Rollgeräusche im Mittel etwas höher als die Antriebsgeräusche, bei den leichten Nutzfahrzeugen sind beide Anteile etwa gleich, bei den schweren Nutzfahrzeugen überwiegen erwartungsgemäß die Antriebsgeräusche (siehe Abb. D.24).

Auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen dominieren bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen die Rollgeräusche, bei den schweren Nutzfahrzeugen halten sich Roll- und Antriebsgeräusche bereits in etwa die Waage (siehe Abb. D.25). Auf Landstraßen sind bei 100 km/h die Rollgeräusche auch bei schweren Nutzfahrzeugen allgemein höher als die Antriebsgeräusche – mit Ausnahme von Stadtbussen.

Gleichzeitig wird aus allen Bildern auch deutlich, dass schwere Nutzfahrzeuge erheblich lauter sind als Pkw. Um die Unterschiede zwischen den ein-

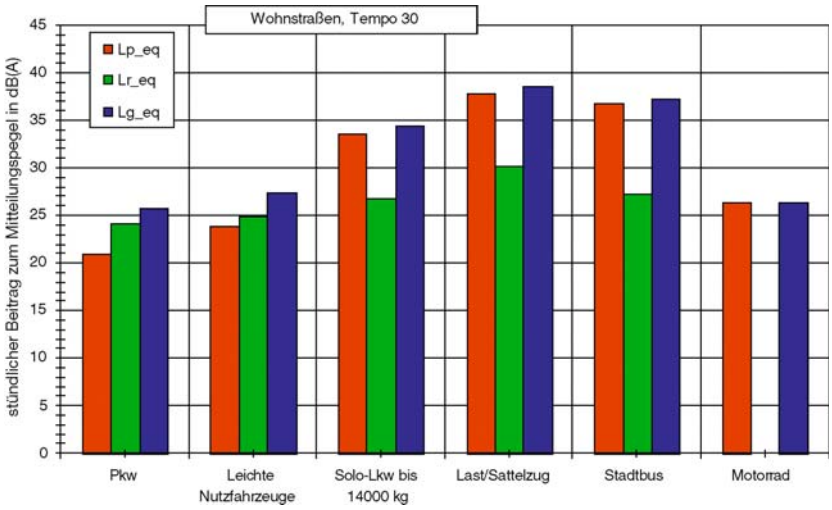


Abb. D.24: Stündliche Beiträge eines Fahrzeugs verschiedener Fahrzeugkategorien zum Mittelungspegel für Wohnstraßen mit Tempo 30

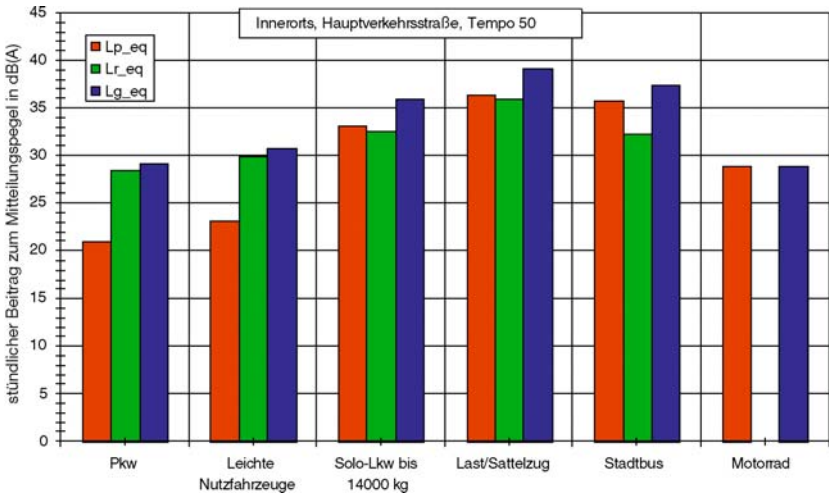


Abb. D.25: Stündliche Beiträge eines Fahrzeugs verschiedener Fahrzeugkategorien zum Mittelungspegel für Innerorts-Hauptverkehrsstraßen mit Tempolimit 50 km/h

zelnen Fahrzeugkategorien anschaulicher zu machen, ist in Abb. D.27 die Schallenergie eines Fahrzeugs jeweils für die verschiedenen Fahrzeugkategorien auf die Schallenergie eines Pkw bezogen dargestellt. Auf Wohnstraßen mit Tempo 30 trägt ein Lastzug so viel zur Gesamtbelastung bei wie 19 Pkw. Die Unterschiede werden jedoch mit zunehmender Geschwindigkeit geringer.

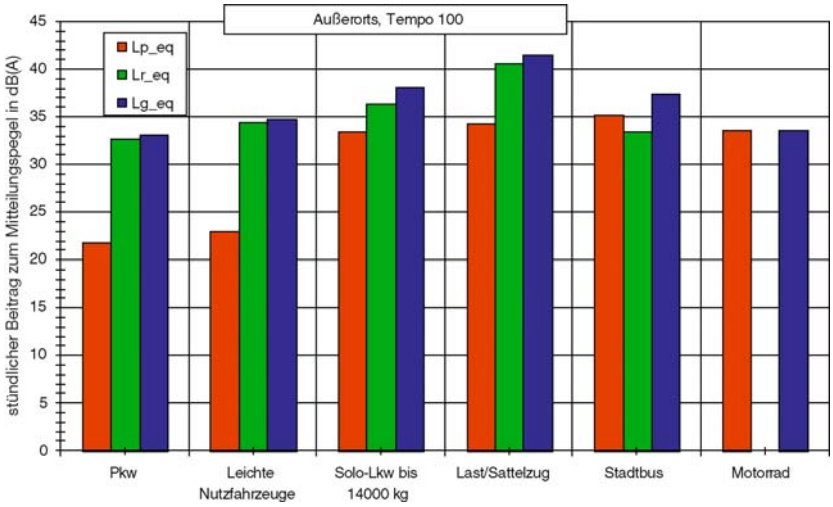


Abb. D.26: Stündliche Beiträge eines Fahrzeugs verschiedener Fahrzeugkategorien zum Mittelungspegel für Außerortsstraßen mit Tempolimit 100 km/h

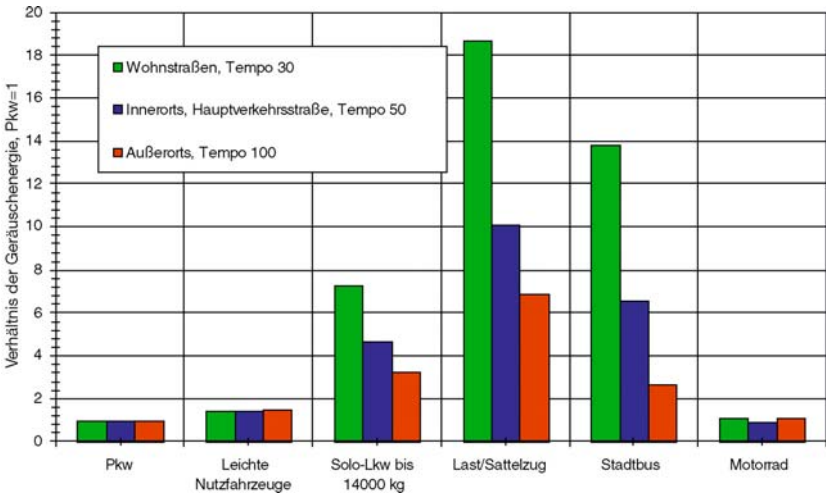


Abb. D.27: Verhältnis der Geräuschenergie verschiedener Fahrzeugkategorien im Vergleich zum Pkw

2.2.2 Beiträge der Fahrzeugkategorien zur gesamten Geräuschbelastung

Im vorherigen Abschnitt wurde gezeigt, welche Beiträge einzelne Fahrzeuge verschiedener Fahrzeugkategorien an der Geräuschbelastung auf verschiedenen Straßentypen haben. Interessanter ist es, zu wissen, welche Beiträge die unterschiedlichen Fahrzeugkategorien an der Gesamtbelastung einer Straße bei typischer Verkehrsbelastung und Verkehrszusammensetzung haben. Für die Verkehrszusammensetzung wurden die in Tabelle D.4 zusammengestellten Werte angesetzt, die Durchschnittwerte für die jeweiligen Straßentypen repräsentieren.

Tab. D.4: Typische Verkehrszusammensetzung auf verschiedenen Straßen

	Wohnstraße, Tempo 30	**Innerorts, Hauptverkehrsstraße, Tempo 50**	**Außerortsstraße, Tempo 100**	**Autobahn, Tempo 120**
Pkw	93.0%	85.1%	84.5%	75.3%
leichte Nutzfahrzeuge	3.7%	5.6%	5.5%	5.9%
Solo-Lkw	0.9%	4.8%	3.7%	4.1%
Last/Sattelzug	0.5%	2.7%	3.5%	13.8%
Motorroller	1.0%	1.0%		
Motorrad	0.9%	0.9%	2.8%	0.9%

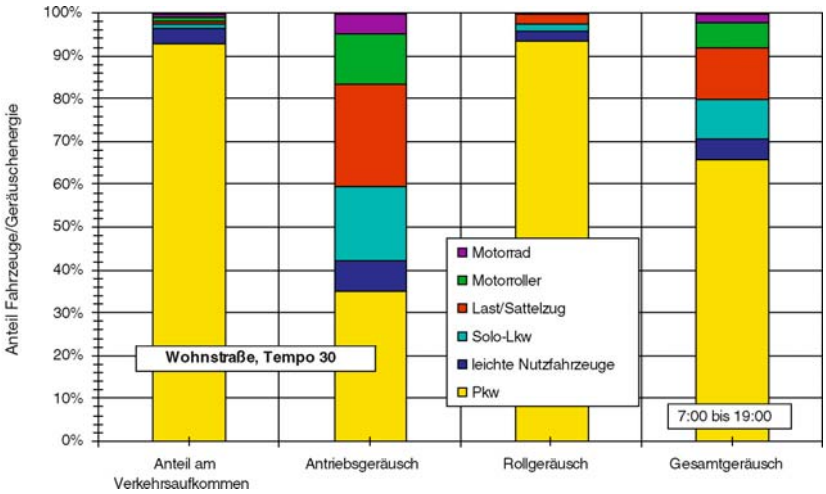


Abb. D.28: Anteile verschiedener Fahrzeugkategorien an der Gesamtgeräuschbelastung einer Wohnstraße mit Tempolimit 30 km/h

Die Ergebnisse für die Geräuschbelastung sind in Abb. D.28 bis Abb. D.31 dargestellt, und zwar jeweils für den Beurteilungszeitraum „Tag". Erwartungsgemäß bestimmen die Pkw die Gesamtgeräuschbelastung an Wohnstraßen; die anderen Fahrzeugkategorien sind immerhin zu einem Drittel beteiligt.

An der innerörtlichen Hauptverkehrsstraße halten sich bei einem Lkw-Anteil von 7,5% (Solo-Lkw und Last/Sattelzüge zusammengenommen) Pkw

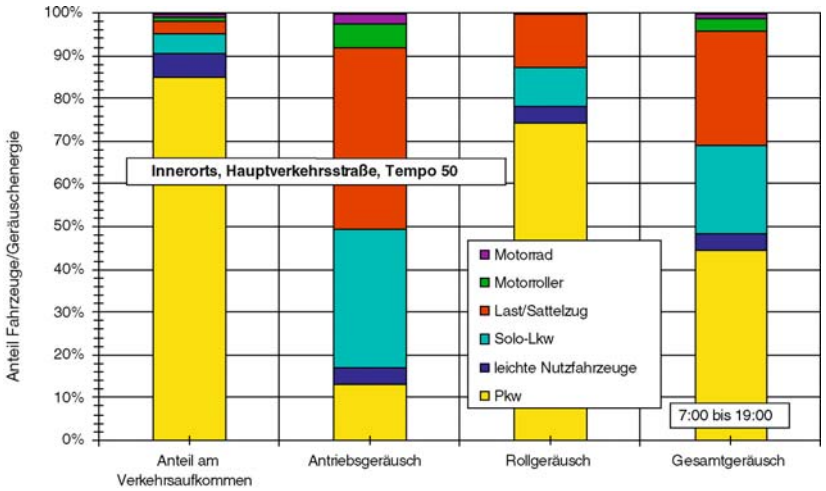


Abb. D.29: Anteile verschiedener Fahrzeugkategorien an der Gesamtgeräuschbelastung einer innerörtliche Hauptverkehrsstraße mit Tempolimit 50 km/h

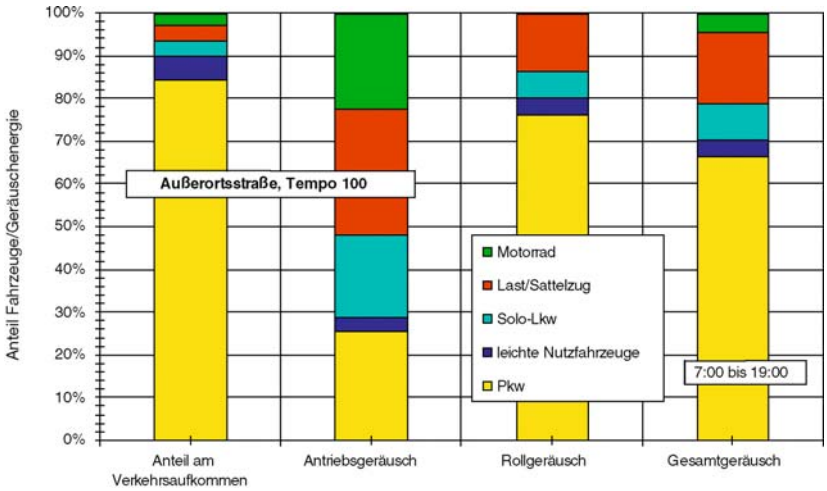


Abb. D.30: Anteile verschiedener Fahrzeugkategorien an der Gesamtgeräuschbelastung einer Außerortsstraße mit Tempolimit 100 km/h

und schwere Nutzfahrzeuge in etwa die Waage mit jeweils ca. 45% Anteil an der gesamten Geräuschbelastung (siehe Abb. D.29). An der Außerortsstraße dominieren die Pkw die Geräuschbelastung, auch weil sie schneller fahren als die schweren Nutzfahrzeuge (siehe Abb. D.30). An der Autobahn wiederum haben die schweren Nutzfahrzeuge wegen ihres deutlich höheren Anteils am Verkehrsaufkommen im Vergleich zur Außerortsstraße auch einen höheren

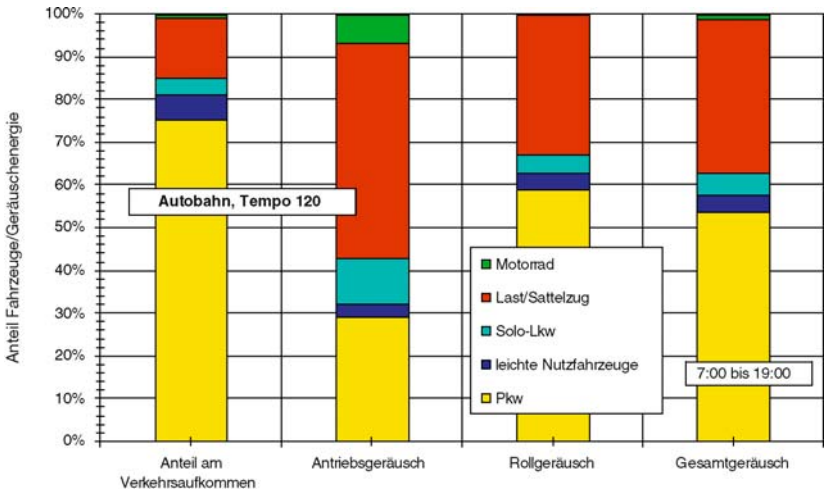


Abb. D.31: Anteile verschiedener Fahrzeugkategorien an der Gesamtgeräuschbelastung einer Autobahn mit Tempolimit 120 km/h

Anteil an der gesamten Geräuschbelastung, allerdings ist ihr Anteil ca. 10% geringer als der Anteil der Pkw, weil letztere auf Autobahnen deutlich schneller fahren als auf sonstigen Außerortsstraßen (siehe Abb. D.31).

2.3 Minderungspotentiale im Straßenverkehr

Die folgenden Ausführungen basieren auf Recherchen des Autors, die zum größten Teil im Rahmen von Steven (2003) durchgeführt wurden.

Um eine weitere Geräuschminderung beim Kfz zu erzielen, sind folgende Maßnahmen möglich:

- Kapselungen,
- Leisere Reifen,
- Verbesserte Ansaug- und Abgasschalldämpfer,
- Akustische Verbesserung von Getriebe- und Antriebsstrang.

Bei Pkw beträgt das Minderungspotential einer guten Motorraumkapsel ca. 4 bis 5 dB(A). Kapseln sind allerdings nur dann sinnvoll einsetzbar, wenn sie in die Neukonstruktion von vornherein mit einbezogen werden. Bei Lkw lässt sich durch Ersatz der derzeit verwendeten Teilkapseln durch Rohrkapseln eine Minderung von Motor- und Getriebegeräuschen von ca. 3 dB(A) erreichen.

Eine weitere Minderung der Geräuschanteile von Ansaug- und Abgasschalldämpfern stellt technisch kein Problem dar. Sie ist vor allem über eine Vergrößerung der Dämpfervolumina und den Einsatz doppelwandiger Schalldämpfer zu erreichen. Doppelwandige Schalldämpfer werden aber z.T. heute schon verwendet. Das Problem besteht darin, bei der Neukonzeption den notwendigen Platzbedarf für die Schalldämpfer zu schaffen. Darüber hinaus ist eine Volumenvergrößerung mit Mehrgewicht verbunden; somit besteht auch ein Zielkonflikt mit Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffemissionen.

2.3.1 Personenkraftwagen und Motorräder

Die Untersuchungen im Rahmen von Steven (2003) haben gezeigt, dass man bei den Überlegungen zur weiteren Geräuschminderung bei den Pkw die Antriebsgeräusche generell noch nicht vernachlässigen kann. Dies gilt besonders für Fahrzeuge, die den derzeit gültigen Geräuschgrenzwert gerade einhalten.

Die Fahrzeughersteller geben an, dass auf der Grundlage des derzeit gültigen Messverfahrens und unter den gegebenen Randbedingungen (Verwendung eines „Typprüfreifens“) langfristig ein Grenzwert von 70 dB(A) mit wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen außer bei sehr leistungsstarken Fahrzeugen eingehalten werden kann. Der dazu notwendige Aufwand ist je nach derzeitigem Entwicklungsstand unterschiedlich. Für Fahrzeuge, die bereits heute einen Typprüfwert von 71 dB(A) aufweisen, ist zwar nur eine Minderung von 1 dB(A) notwendig, die jedoch eventuell aufwändige Maß-

nahmen bedingt, da einfachere Maßnahmen bei diesen Fahrzeugen bereits realisiert worden sind.

Eine weitere Herabsetzung der Geräuschgrenzwerte unter 70 dB(A) erfordert extrem aufwändige Kapselmaßnahmen und ist ohne Minderung der Reifengeräusche nicht zu realisieren.

Allerdings arbeiten die Fahrzeughersteller darauf hin, dass das der Typprüfung zugrunde liegende Messverfahren zunächst praxisgerechter gestaltet wird, um eine bessere Korrelation zu den in der Praxis auftretenden Geräuschemissionen zu gewährleisten. Die dazu notwendigen Arbeiten sind auf internationaler Ebene (UN-ECE) bereits angelaufen.

Im Rahmen von Steven (2003) wurden auch Überlegungen angestellt, welche Kriterien ein Pkw erfüllen muss, der im Hinblick auf die Emissionen im praktischen Betrieb langfristig als ausreichend leise angesehen werden kann, so dass keine weiteren Minderungsmaßnahmen mehr erforderlich sind.

Als Einstieg in die Diskussion wurden folgende Randbedingungen vorgeschlagen:

- Reifengeräuschpegel auf Splittmastixasphalt bei 50 km/h: 65 dB(A),
- Antriebsgeräuschpegel bei Höchstdrehzahl des praktischen Betriebs und Volllast: 66 dB(A),
- Standgeräuschpegel bei Leerlauf: 48 dB(A),
- Differenz zwischen Antriebsgeräuschpegel bei Volllast und ohne Motorbelastung zwischen Leerlaufdrehzahl und Höchstdrehzahl des praktischen Betriebs: < 7 dB(A).

Aus Analysen zum Fahrverhalten von Pkw im realen Straßenverkehr (siehe Steven (1999)) ergibt sich, dass die Höchstdrehzahl des praktischen Betriebs eine Funktion des Leistungsgewichts ist (siehe Abb. D.32).

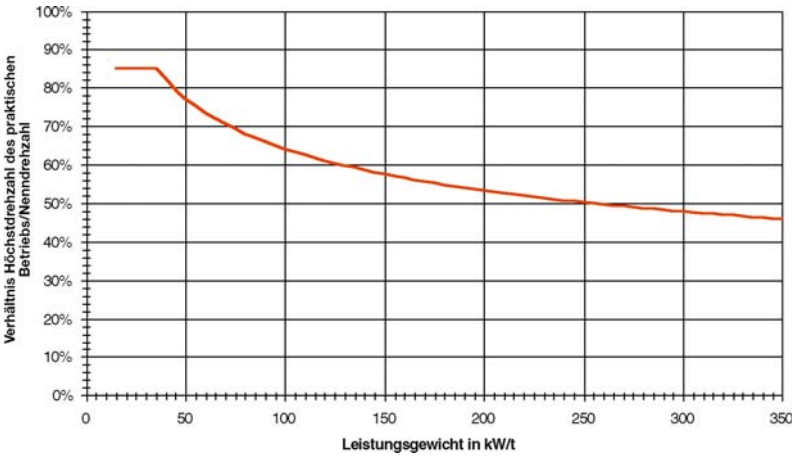


Abb. D.32: Vom Leistungsgewicht abhängige normierte Spitzendrehzahlen (Das Leistungsgewicht ist die Nennleistung dividiert durch die um 75 kg erhöhte Leermasse)

Bei den Motorrädern haben die Geräuschanteile von Ansaug- und Abgastrakt im Gegensatz zu den anderen Fahrzeugarten erheblichen Anteil am Gesamtgeräusch, wenn sie nicht gar dominierend sind. Diese Geräuschquellen werden daher auch bei Minderungsmaßnahmen im Vordergrund stehen. Die Minderungstechnik ist verfügbar, Zielkonflikte entstehen durch den höheren Platzbedarf wirksamerer Dämpfer, durch Maßnahmen zur Minderung der Schadstoffemissionen und durch höhere Kosten. Diese sind jedoch leichter lösbar als ein weiterer nichttechnischer Zielkonflikt, der darin besteht, dass hohe Geräuschentwicklung bei vielen Fahrern und Fahrerinnen zum Reiz des Motorradfahrens dazugehört.

2.3.2 Nutzfahrzeuge

Bei den leichten Nutzfahrzeugen dominieren beim Typprüfverfahren im zweiten und dritten Gang eindeutig die Antriebsgeräusche. Allerdings werden leichte Nutzfahrzeuge häufig als Pkw zugelassen, um ein größeres Einsatzspektrum zu erreichen. Diese Fahrzeuge müssen dann die Pkw-Grenzwerte einhalten, was durch zusätzliche Minderungsmaßnahmen wie Teilkapseln und zusätzliches Dämmmaterial erreicht wird. Es ist eigentlich nicht einzusehen, warum die für die Pkw-Zulassung erforderlichen Minderungsmaßnahmen nicht für alle leichten Nutzfahrzeuge verbindlich realisiert werden sollten.

Für eine darüber hinausgehende weitere Minderung um etwa 2 dB(A) sind die Entwicklung hochwirksamer Motorkapseln sowie voraussichtlich auch leiserer Reifen erforderlich.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen (N2, N3) entsprechen die Typprüfwerte überwiegend dem Grenzwert oder liegen 1 dB(A) darunter. Dies deutet darauf hin, dass weitere Minderungen nur mit aufwändigen Maßnahmen möglich sind, die zum Teil Zielkonflikte mit anderen Eigenschaften hervorrufen (z.B. Herabsetzung der Nutzlast).

Bei Verteiler-Lkw mit zulässiger Gesamtmasse bis 12 000 kg sind die Maßnahmen zur Geräuschminderung der dominierenden Quelle „Motor“ noch nicht ausgeschöpft. Daher kann eine weitere Minderung zumindest teilweise durch verbesserte Kapselungen erreicht werden, wie sie bei größeren Fahrzeugen heute schon realisiert sind. Das Minderungspotential beträgt etwa 2 dB(A). Für darüber hinausgehende Minderungen sind wiederum hochwirksame Kapselungen erforderlich, die neue Technologien und entsprechende Entwicklungsarbeiten und -zeiten benötigen.

Bei schwereren Lkw sind die Primärmaßnahmen beim Motor im Wesentlichen schon ausgeschöpft. Daher kann eine weitere Minderung nur durch Kapselungen erreicht werden, die gegenüber heutigen Teilkapseln eine höhere Wirkung aufweisen und Getriebe und Antriebsstrang mit einschließen. Die dazu notwendige Technologie ist aber derzeit noch nicht verfügbar.

Die aktuellen Geräuschgrenzwerte für Lkw sind nach Nennleistung gestaffelt. Die Staffelung (bis 75 kW, zwischen 75 und 150 kW und über 150

kW) ist wegen der zwischenzeitlich deutlich gestiegenen Nennleistungen nicht mehr zeitgemäß und sollte als flankierende Maßnahme neu festgelegt werden, um für Verteiler- und Nahverkehrsfahrzeuge einerseits und Fernverkehrsfahrzeuge andererseits getrennte Anforderungen festlegen zu können und somit eine bessere Effizienz der Minderungsmöglichkeiten zu erzielen. In Steven(2003) wird folgende Einteilung vorgeschlagen:

– bis 150 kW Nennleistung,
– bis 320 kW Nennleistung,
– über 320 kW Nennleistung.

Der Leser mag sich nach den vorstehenden Ausführungen fragen, warum nicht auf alternative Antriebskonzepte eingegangen wird, die für zukünftige Fahrzeuge angedacht bzw. bereits erprobt werden. Es sind dies Elektro- oder Hybridantrieb, Brennstoffzellen, Gasmotoren auf Dieselmotorbasis oder Gasturbinen. Bei Pkw wiesen derartige Konzepte zwar etwas geringere Antriebsgeräusche auf, das Gesamtgeräusch wird dadurch aber nur geringfügig beeinflusst, da es von den unveränderten Reifen/Fahrbahngeräuschen dominiert wird. Von Gasmotoren auf Dieselmotorbasis ist bekannt, dass die Leerlaufgeräusche geringer sind, als beim herkömmlichen Dieselmotor. Bei anderen Betriebszuständen im realen Straßenverkehr sind die Unterschiede jedoch nicht signifikant. Darüber hinaus wird die Markteinführung dieser Konzepte zur Zeit noch dadurch erschwert, dass sie unwirtschaftlicher sind als herkömmliche Verbrennungsmotoren.

2.3.3 Reifen und Fahrbahndeckschichten

Bei Pkw, die dem derzeitigen Stand der Technik entsprechen, dominieren im praktischen Betrieb die Reifen-Fahrbahn-Geräusche. Bei modernen, leisen Pkw halten sich Antriebs- und Rollgeräusch im Geschwindigkeitsbereich unter 60 km/h bereits im zweiten Gang etwa die Waage, in höheren Gängen dominiert das Rollgeräusch. Daher sollte der Minderung dieses Geräuschanteils die höchste Priorität zukommen. Die EU-Reifengeräuschrichtlinie (2001/43/EG) wird hierzu zukünftig nur dann einen Beitrag leisten, wenn die Geräuschgrenzwerte erheblich herabgesetzt werden. Eine im Rahmen von Steven (2003) untersuchte Fahrzeugstichprobe enthielt 7 Fahrzeuge mit Reifen im Breitenbereich größer 185 mm bis zu 215 mm. Der Geräuschgrenzwert der Richtlinie beträgt 75 dB(A). Der dieser Richtlinie entsprechende Rollgeräuschpegel dieser 7 Fahrzeuge lag im Mittel um 4 dB(A) unter dem Grenzwert. Eine Anpassung der Grenzwerte an den Stand der Technik ist dringend geboten.

Nach Ansicht der Reifenhersteller kann ein fortschrittlicher Reifen, der die o.g. Grenzwerte bereits heute um mindestens 3 dB(A) unterschreitet, nicht mehr im Geräusch reduziert werden. Das hätte zur Konsequenz, dass eine weitere Absenkung der Geräuschgrenzwerte zwar technisch noch machbar ist, aber unvertretbar hohen Aufwand bei den Antriebsgeräuschen

bedeuten würde. Wirksame Minderungen im Reifen/Fahrbahngeräusch sind aber der Schlüssel zum Erfolg in der weiteren Verkehrslärmbekämpfung.

In der Argumentation der Reifenhersteller fällt auf, dass für sie offensichtlich nur Profiloptimierung, nicht aber Änderungen in Aufbau und Material als Minderungsmaßnahmen in Betracht kommen. Unter diesen Randbedingungen erscheint die Herstelleraussage schlüssig. Andererseits geben die Reifenhersteller bei geänderten Pflichtenheften (z.B. niedrigere Höchstgeschwindigkeiten) ein Minderungspotential von ca. 3 dB(A) an. In diesem Fall sind also Minderungen durch Änderungen an Aufbau und Material nicht ausgeschlossen.

Eine Wertung der Herstellerangaben wird dadurch erschwert, dass die Reifenhersteller über den Einfluss dieser Parameter auf die Geräuschemission wie auch über Aufbau und Materialeigenschaften ihrer Reifen keine quantitativen Angaben öffentlich machen. Auch die Fahrzeughersteller sind auf Vergleichstests und Messreihen angewiesen.

Bei Nutzfahrzeugreifen sollte zunächst das Rollgeräusch der Traktionsreifen näher an das Niveau der Längsprofilreifen herangebracht werden. Auch hierzu müssten die Geräuschgrenzwerte der Reifenrichtlinie entsprechend angepasst werden.

Wie bereits in Abschnitt D.3.1.2 erwähnt, entsteht das Rollgeräusch durch „air pumping“ sowie Resonanzeffekte in den Profilrillen sowie durch Schwingungsanregung durch die Textur der Fahrbahndeckschicht.

Reifenschwingungen werden am wirksamsten durch eine möglichst ebene Oberfläche mit geringer mittlerer Rauhtiefe unterdrückt. Die mittlere Rauhtiefe der Oberflächentextur hängt von der Bauweise und natürlich vom Größtkorn und der Kornzusammensetzung der Deckschicht ab. Innerhalb einer Bauweise, z.B. Asphaltbeton oder Splittmastixasphalt ist die Geräuschemission mit der mittleren Rauhtiefe und damit mit dem Größtkorndurchmesser korreliert. Offenporige Deckschichten weisen bei gleichem Größtkorn höhere Rauhtiefen auf als entsprechende dichte Deckschichten. Trotzdem sind sie bei gleichem Größtkorn leiser als dichte Deckschichten, da sie die profilbedingten Geräuschanteile stark mindern.

Air pumping Effekte und Profilresonanzen werden am wirksamsten durch eine möglichst hohe Porosität der Deckschichtoberfläche und einen hohen Gehalt an zugänglichen Poren (Hohlräumen, möglichst über 20%) in der Deckschicht unterdrückt.

Große Hohlraumgehalte von Deckschichten werden durch Verringerung oder völliges Weglassen mittlerer Kornfraktionen bzw. durch hohe Anteile (über 70%) der gröbsten Kornfraktion erzeugt. Dadurch wird aber auch die Rauhtiefe der Deckschicht wieder vergrößert. Deshalb dürfen bei Drainasphalten keine Splittanteile mit großem Maximalkorndurchmesser verwendet werden.

Hinsichtlich der Rauhtiefenwellenlängen unterscheiden die Straßenbauer zwischen Mikro-, Makro- und Megatextur (siehe z.B. ISO 13473,

Teil 2). Als Mikrotextur werden Rauheiten im Wellenlängenbereich unter 0,5 mm bezeichnet, die Makrotextur umfasst den Wellenlängenbereich von 0,5 mm bis 50 mm, die Megatextur den Wellenlängenbereich von 50 mm bis 500 mm. Texturamplituden über 500 mm werden als Unebenheiten bezeichnet.

Bei dichten Asphaltdeckschichten wirken sich hohe Makrotexturamplituden positiv auf die Rollgeräusche aus, hohe Megatexturamplituden dagegen negativ. Für die Gesamtheit der Deckschichtarten gilt dies jedoch nicht.

Bei gegebener Deckschicht können die geräuschmäßigen Eigenschaften um ca. 5 dB(A) variieren, ca. die Hälfte hiervon ist einbaubedingt. Das daraus resultierende Geräuschminderungspotential kann nur dann nutzbar gemacht werden, wenn verbesserte Einbauverfahren entwickelt werden.

Das höchste, zur Zeit realisierbare Minderungspotential haben offenporige Deckschichten. Drainasphalte, die nach derzeitigem Stand der Technik gebaut werden – sie werden auch als offenporige Asphaltdeckschichten der dritten Generation bezeichnet – können auf Autobahnen bei Pkw-Geräuschen bis zu 10 dB(A) Minderung gegenüber nicht geriffeltem Gussasphalt bewirken. Allerdings gilt dies nur im Neuzustand. Offenporige Deckschichten haben jedoch den Nachteil, dass die Minderungswirkung mit zunehmendem Alter abnimmt (ca. 0.5 dB/Jahr) und dass sie inner Orts aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen nur begrenzt einsetzbar sind.

Um sowohl die akustische als auch die bautechnische Lebensdauer offenporiger Deckschichten an die herkömmlicher, dichter Deckschichten anzupassen, müssen die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet intensiviert werden.

Zum anderen sind auch für dichte Deckschichten Prinziplösungen für Minderungswirkungen von bis zu 6 dB(A) bereits bekannt. Ullrich hat in „Geräuschuntersuchungen im Prüfstand Fahrzeug/Fahrbahn“ nachgewiesen, dass mit feinkörnigem (ca. 2 mm), tetraedischem Splitt aus nur einer Kornfraktion Oberflächentexturen hergestellt werden können, die bei Pkw-Reifen ähnlich große Rollgeräuschminderungen bewirken wie offenporige Asphaltdeckschichten. Derartige Deckschichten lassen sich aber bisher nur mit großem Aufwand im Labor generieren. Die für die praktische Umsetzung erforderlichen großtechnischen Herstellungsverfahren sind noch nicht verfügbar. Deshalb muss auch hier die Forschung intensiviert werden, um entsprechende Bauverfahren für den großtechnischen Einsatz zu entwickeln.

Darüber hinaus zeichnet sich ab, dass für Pkw- und Lkw-Reifen unterschiedliche Lösungen für optimale Deckschichten zu erwarten sind. Eigentlich müsste das System Reifen-Fahrbahn geräuschmäßig optimiert werden. Auf Autobahnen könnte hierdurch eine optimale Minderungswirkung erzielt werden, indem der rechte Fahrstreifen eine für Lkw-Reifen optimierte Deckschicht erhält und die übrigen Fahrstreifen eine für Pkw-Reifen optimierte Deckschicht.

2.3.4 Prioritäten bei der weiteren Lärmbekämpfung

Um für Maßnahmen zur weiteren Lärmminderung an der Quelle Prioritäten festlegen zu können, wurden im Rahmen von Steven (2003) auch Szenarienrechnungen durchgeführt. Aus diesen ergibt sich für die weitere Geräuschminderung bei Straßen und Fahrzeugen folgende Rangordnung:

1. Minderung der Reifen-Fahrbahngeräusche durch
   - Minderung der Reifengeräusche bei Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen,
   - Leisere Fahrbahndeckschichten,
2. Minderung der Antriebsgeräusche bei schweren Nutzfahrzeugen,
3. Absenkung der Geräuschgrenzwerte für leichte Nutzfahrzeuge auf Pkw-Niveau,
4. Minderung der Antriebsgeräusche bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen.

Für die Umsetzung von Minderungsmaßnahmen müssen auch die rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst werden. Dazu sollten die Betriebszustände der Messverfahren für die Geräuschmessung im Rahmen der Typprüfung so verändert werden, dass sie besser mit den Betriebszuständen des praktischen Betriebs korrelieren. Danach sollten die Grenzwerte in zwei Stufen um jeweils 2 dB(A) abgesenkt werden, wobei als Zeitrahmen für die erste Stufe das Jahr 2008 und die zweite Stufe das Jahr 2013 realistisch erscheinen. Bei den Reifen sollten zunächst die Geräuschgrenzwerte an den Stand der Technik angepasst und dann ebenfalls in zwei Stufen im vorstehend genannten Zeitrahmen weiter abgesenkt werden.

Um sicherzustellen, dass sich Minderungsmaßnahmen für die Typprüfung auch auf die Emissionen im praktischen Betrieb auswirken, sollte jeder Reifen mit seinem Geräuschwert gekennzeichnet sein und der Fahrzeughersteller im Rahmen der Typprüfung verpflichtet werden, den Reifen-Geräuschwert festzulegen, der erforderlich ist, um den Typprüf-Grenzwert einzuhalten. Nur so ist gewährleistet, dass die Typprüfbedingungen auch im Feld und auch bei späterem Reifenwechsel eingehalten werden.

Analog zum Vorgehen bei den Schadstoffemissionen sollten die Mitgliedstaaten der EU berechtigt sein, die vorzeitige Erfüllung einer Minderungsstufe mit Steuerersparnissen oder ähnlichen finanziellen Vorteilen zu honorieren.

3 Entstehung und Perspektive von Schienenverkehrsgeräuschen

Eisenbahnen zeigen eine geringe Umweltbelastung im Bereich der CO_2-Emission und des Platzbedarfes. Diese gute Umweltbilanz wird allerdings durch die Lärmemission getrübt, die von der Bevölkerung zunehmend und zu Recht beanstandet wird.

Die Besteller schenken bei der Auswahl der Systeme der Lärmproblematik gegenüber anderen Aspekten noch nicht die angemessene Beachtung, so dass auch wegen der langen Lebensdauer der Bahnfahrzeuge die Lärmminderung im Eisenbahnwesen zur Zeit nur geringe Fortschritte macht. In der Strategic Rail Research Agenda 2020 (SRRA) des European Rail Research Advisory Council (Errac) vom September 2002, in dem die Großindustrie und alle großen europäischen Eisenbahnen vertreten sind, wird als Ziel bis 2020 nur eine 100%tige Lärmreduktion genannt. Dies wird üblicherweise mit 10 dB Immissionspegelminderung interpretiert. Insbesondere wenn berücksichtigt wird, dass heute bis zu 30 dB Überschreitungen der zuträglichen Immissionspegel nachts auftreten können (Hecht et al. 2002), reicht dieses Ziel nicht aus. Emissionsseitig ist hilfreich, dass am 23. Nov. 2004 in Brüssel die TSI-Noise (Directive 2001/16) angenommen wurde. Das Verabschiedungsverfahren folgt unmittelbar. In der ersten Stufe werden die heutigen leisen bis mittellauten Fahrzeuge als Obergrenze definiert, mit einer Verschärfung um ca. 10 dB ab 2014, siehe Directive 2001/16 Kapitel 7.3.

3.1 Geräuschemission der Schienenfahrzeuge

Eng mit dem Thema Lärmemission ist die Körperschallproblematik verknüpft. Erschütterungen durch Zugverkehr können innerhalb von Gebäuden auch in Sekundärluftschall umgewandelt werden (Krüger 2004). Hier soll jedoch das Hauptaugenmerk auf den Primärluftschall gelegt werden.

Das Hauptunterscheidungsmerkmal von Fahrzeugen gegenüber vielen stationären Lärmquellen ist die ständige Änderung ihrer Betriebsbedingungen. Dies kann aufgrund von Aktionen des Fahrzeugbedieners, aufgrund des Fahrprogramms oder durch sich ändernde Trassierungsbedingungen erfolgen. So wirken sich zum Beispiel auch Steigung und Gefälle auf die Betriebsbedingungen aus.

Zusätzlich können auch die Hilfsbetriebe unterschiedliche Zustände annehmen: Lüfter drehen je nach Kühlanforderung mit unterschiedlichen Drehzahlen, der Kompressor befindet sich entweder in Betrieb oder nicht und die Klimaanlage läuft je nach Besetzungsgrad und Temperatur mit unterschiedlichen Luftmengen. Vor diesem Hintergrund beeinflusst auch die Witterung den Betriebszustand.

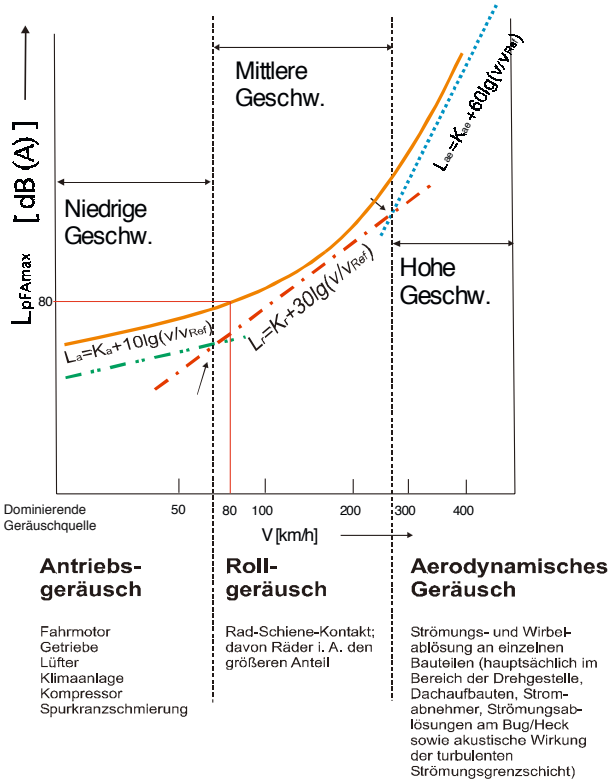


Abb. D.33: Gesamtgeräusch eines Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitszuges und dessen Komponenten als Funktion der Fahrgeschwindigkeit in 7,5 m Querabstand

In D.33 ist das Gesamtgeräusch eines Hochgeschwindigkeitszuges über der Geschwindigkeit dargestellt und in drei charakteristische Bereiche unterteilt. Im unteren Geschwindigkeitsbereich bis ungefähr $v = 60\ km/h$ sind hier die Antriebsgeräusche durch Antriebsaggregate wie Fahrmotor und Getriebe, aber auch Lüfter, Klimaanlage, Kompressor usw. im Gesamtgeräusch dominierend. Im mittleren Geschwindigkeitsbereich ist hauptsächlich das Rollgeräusch zu hören. Ab etwa $v = 280\ km/h$ bestimmt das aerodynamische Geräusch das Gesamtgeräusch. Alle drei Geräuscharten besitzen eine charakteristische Steigung, die zum Teil auch aus theoretischen Überle-

gungen heraus abgeleitet werden kann, so steigt das Antriebsgeräusch mit $10 \cdot \log\left(\frac{v}{v_0}\right)$, was bei einer Geschwindigkeitsverdoppelung einer Schallpegelerhöhung von $\Delta L_p = 3db(A)$ entspricht, das Rollgeräusch wird durch einen Anstieg von $30 \cdot \log\left(\frac{v}{v_0}\right)$ charakterisiert, also einem Anstieg von $\Delta L_p = 9db(A)$ bei einer Geschwindigkeitsverdoppelung und das aerodynamische Geräusch definiert einen $60 \cdot \log\left(\frac{v}{v_0}\right)$-Anstieg und somit ist $\Delta L_p = 18db(A)$ bei einer Geschwindigkeitsverdoppelung. Dabei bedeuten die betrachtete Geschwindigkeit und v_o die Referenzgeschwindigkeit.

Die feste Steigung deutet dabei nicht auf eine Kurve hin, die nicht beeinflusst werden kann: Durch Lärmminderungsmaßnahmen wird die betreffende Kurve im Ganzen (bei gleicher Steigung) nach unten verschoben. Wird zum Beispiel das Rollgeräusch reduziert, so wird die rote Gerade in Abb. D.34 bei gleicher Steigung nach unten in negative y-Richtung verschoben. Daher verschiebt sich der Schnittpunkt von Antriebs- und Rollgeräusch nach rechts in einen höheren Geschwindigkeitsbereich und der Schnittpunkt von Roll- und aerodynamischen Geräusch nach links in einen niedrigeren Geschwindigkeitsbereich. Das Antriebsgeräusch dominiert das Gesamtgeräusch daher bis zu einer höheren Geschwindigkeit und das Rollgeräusch, das nun nur noch in einem schmaleren Bereich das Gesamtgeräusch bestimmt, wird früher vom aerodynamischen Geräusch verdeckt. Das niedrigere Rollgeräusch beeinflusst das Gesamtgeräusch nur im mittleren Geschwindigkeitsbereich, Antriebs- und aerodynamisches Geräusch bleiben unbeeinflusst und daher auch das Gesamtgeräusch im unteren und oberen Geschwindigkeitsbereich.

Anfahr- und Bremsgeräusche, bei Benutzung der elektrischen Bremse, ergeben bei demselben Fahrzeug und auf der gleichen Strecke näherungsweise gleich hohe Maximalpegel. Beide sind um bis zu $\Delta L_p = 5db(A)$ niedriger als der Maximalpegel bei Vorbeifahrt mit $v = 40\ km/h$. Es können jedoch beim Anfahren und Bremsen tonale Geräusche auftreten, die vom Antrieb oder von der Antriebssteuerung verursacht werden. Beim Bremsen können zusätzlich auch Quietschgeräusche auftreten, vergleiche 3.1.2.

3.1.1 Antriebsgeräusche

Schienenfahrzeuge besitzen eine große Anzahl von schallabstrahlenden Aggregaten. Beispielhaft werden eine Diesellokomotive und ein Elektrotriebwagen mit ihren Aggregaten dargestellt (vgl. Abb. D.34 und Abb. D.35). Beide Abbildungen zeigen die einzelnen Komponenten, die maßgeblich das Gesamtgeräusch bei niedrigen Geschwindigkeiten bestimmen. Oft besitzen diese Komponenten eine ganz bestimmte Frequenzcharakteristik, auf die in 0 näher ein-

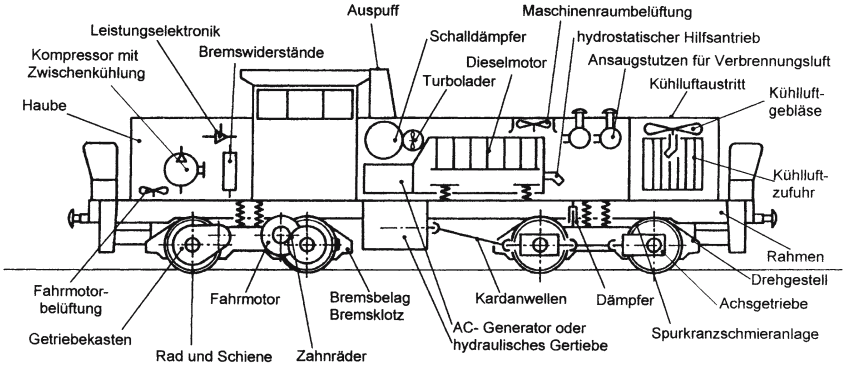


Abb. D.34: Diesellokomotive – Prinzipdarstellung links für elektrischen und rechts für hydraulischen Antrieb

gegangen wird. Anhand dieser Charakteristik ist es oft möglich, mittels Schmalbandspektren die lauteste/n Quelle/n aufzufinden und wirkungsvolle Minderungsmaßnahmen zu ergreifen. Neben den primären Lärmquellen können auch großflächige Blechfelder wie Abdeckhauben, Getriebekasten oder Drehgestellrahmen lautsprecherartig Geräusche abstrahlen. Intermittierende Geräusche können von der Spurkranzschmierung oder Teilen der pneumatischen Bremse oder der Antriebsanlage ausgehen.

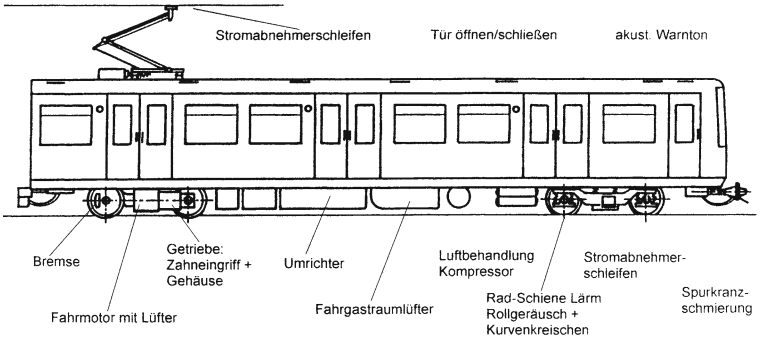


Abb. D.35: Elektrotriebwagen

Je nach Betriebszustand sind die Lärmquellen unterschiedlich relevant. Insbesondere im Stillstand spielen Lüfter, Kompressoren und Leerlaufgeräusche von Maschinenanlagen eine große Rolle. Aus akustischer Sicht sollte keine einzelne Fahrzeugkomponente dominant hervorstechen, sondern sich der Gesamtpegel aus mehreren in etwa gleich großen Teilbeiträgen zusammensetzen. Dann liegt ein akustisch ausgewogenes Maschinensystem vor. Einzige Ausnahme stellt das nachfolgend behandelte Rollgeräusch dar.

3.1.2 Rollgeräusche

Die dominante Geräuschquelle eines akustisch guten Fahrzeuges ist das Rollgeräusch. Bemerkenswert ist der große Bereich in dem das Rollgeräusch variiert: Es wurden schon 23 dB(A) Unterschied bei sonst gleichen Bedingungen beobachtet. Das emittierte Geräusch kommt durch die Rauigkeiten von Rad und Schiene zustande: Weder die Oberfläche des Gleises noch die des Rades sind perfekt glatt, beide zeigen eine gewisse Rauigkeit bzw. Verriffelung. Diese Riffeln sind mehr oder weniger regelmäßige Unebenheiten auf der Lauffläche mit Wellenlängen von 4 bis 7 cm und Höhenunterschieden zwischen „Riffelberg“ und „Riffeltal“ von maximal 0,4 mm. Die Rauigkeit führt beim Abrollen des Rades zur Schwingungsanregung von Rad und Schiene. Diese Schwingungen sind für die Abstrahlung des Rollgeräusches verantwortlich (Hecht et al. 2002; Directive 2001/16; Krüger 2004).

Auf den Schienen sind verschiedene charakteristische Riffeln identifiziert worden. Teilweise sind diese auf die gestiegenen Anforderungen an das Gleis zurückzuführen, wo insbesondere die Schienen bis an ihre Grenzen belastet werden.

Der überwiegend anzutreffende Schädigungsmechanismus ist der periodische Verschleiß, die anderen sind Fließen, plastische Biegung und rolling contact fatigue. Am häufigsten werden die Wellenlängen durch die Resonanz der ungefederten Masse des Fahrzeugs auf dem Gleis geprägt. Andere Mechanismen beinhalten die laterale und vertikale Dynamik von Fahrzeug und Gleis. Stick-Slip-Schwingungen unterschiedlicher Ausprägung scheinen ein wichtiges Merkmal für zumindest ein paar Typen von Riffeln zu sein (Bucher 2002).

Ähnliche Erscheinungen wie auf den Schienen werden teilweise auch auf den Rädern beobachtet. Verriffelte Radlaufflächen können zu Pegelerhöhungen von bis zu 10 dB(A) führen.

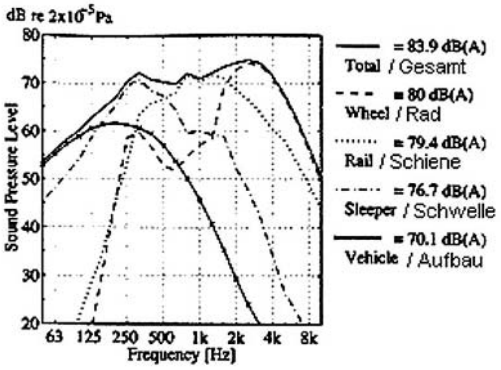


Abb. D.36: Schallanteile der am Rollgeräusch maßgeblich beteiligten Komponenten (Krüger 2004)

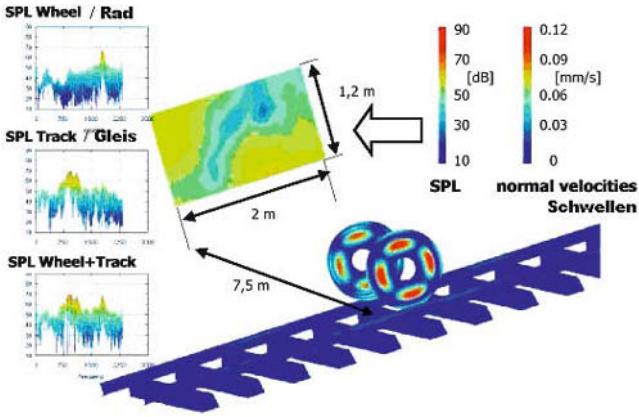


Abb.D.37: SFE SimTool – Animation der Geschwindigkeiten in Normalenrichtung und des Schalldruckpegels (Thompson et al. 1997)

Die Ursachen für die Verriffelung sind nicht in der Form bekannt, dass sie vermieden werden könnten. Jedoch kann eine Form der Radriffeln eindeutig auf das Bremsen mit der Klotzbremse zurückgeführt werden.

Die Gesamtschallabstrahlung setzt sich beim Rollgeräusch vornehmlich aus drei verschieden Schallanteilen zusammen, vergleiche Abb. D.36. Hier ist zu sehen, dass das Rad bei einen relativ guten Schienenoberflächenzustand und gutem Radzustand bei hohen Frequenzen dominiert, etwa oberhalb von 1000–1500 Hz. Bei dieser Frequenz tritt bei Rädern die erste Knotenkreis- und Radialmode auf. Die Schiene dagegen dominiert im mittleren Frequenzbereich. Bei niedrigen Frequenzen, unterhalb von 500–800 Hz haben die Schwellen einen Schwingungspegel vergleichbar mit dem der Schiene, aber eine größere Oberfläche und einen höheren Abstrahlgrad. Deshalb dominiert die Emission der Schwellen in diesem Frequenzbereich (Krüger 2004).

Der relative Anteil des Rades und des Gleises am gesamten dB(A)-Pegel hängt mit der Form des Rauhigkeitsspektrums und mit der Fahrgeschwindigkeit zusammen, vergleiche hierzu auch (Müller, Möser 2004).

Dadurch, dass Räder, Schienen und Schwellen eine hohe Modendichte aufweisen und die Schwingungen der einzelnen ähnlichen Komponenten sich im Detail erheblich unterscheiden, äußert sich das Rollgeräusch in der Regel als breitbandiges Geräusch, obwohl die Einzelkomponenten deutlich ausgeprägte frequenzabhängige Überhöhungen aufweisen.

In der Kurve treten zusätzlich noch andere Phänomene auf. Der Unterschied zwischen Gerade und Kurve wird bei einer Straßenbahn mit 30 km/h deutlich, siehe Abb. D.38.

Hier ist deutlich zu erkennen, dass die Bogenfahrt (grüne und blaue Kurve) breitbandig lauter ist als die Fahrt auf gerader Strecke (rote Kurve). Dies ist aus der Erfahrung eine verallgemeinerbare Aussage. Kurvengeräu-

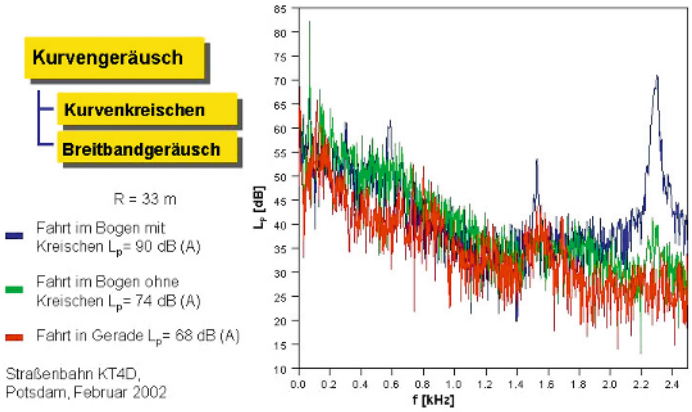


Abb.D.38: Kurvengeräusch der Straßenbahn KT4D bei 30 km/h

sche stellen oft ein großes Problem dar. Sie sind auf verschiedene Anregungsmechanismen, insbesondere Längs- und Querschlupfvorgänge in den Rad-Schiene Kontaktpunkten zurückzuführen. Das im Allgemeinen lauteste und am meisten störende Geräusch ist das Quietschen bzw. Kreischen, dabei können beispielsweise im Abstand von $d = 7{,}5\,m$ maximale Schalldruckpegelwerte bis zu $\Delta L_{AF\,max} = 110db(A)$ auftreten. Das Kurvenquietschen ist auf ein Ruckgleiten (Stick-Slip-Effekt) der Radaustandsflächen beim Fahren parallelgeführter Radsätze durch engere Kurven zurückzuführen (Hecht, Schirmer 2003). Das bogenaußen laufende Rad wird durch den anlaufenden Spurkranz zu einer kontinuierlichen Querbewegung gezwungen. Das bogeninnere Rad erfährt keine Zwangsführung, daher führen die durch den Bogenlauf bedingten Querbewegungen zu Reibungskräften zwischen den Laufflächen von Rad und Schiene: Eine kraftschlüssige Verspannung zwischen beiden Teilen kommt zustande. Übersteigt diese Spannung einen bestimmten Grenzwert, kommt es zu einer ruckartigen Entspannung. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch und führt zu einer Erregung von axialen Biegeeigenschwingungen des Rades. Die entstehenden ortsfesten Schwingungsformen werden als Quietschen wahrgenommen und liegen im Frequenzbereich zwischen ca. 400 Hz und 3000 Hz. In der Abb.D.38 sind zwei Peaks, einer bei etwa 1,5 und einer bei 2,3 Hz, in der blauen Kurve zu erkennen. Diese Bereiche weisen auf Kurvenkreischen hin und werden als stark unangenehm und tonal wahrgenommen.

Das Anlaufen des Spurkranzes führt auf eine vorwiegend radiale Gleitbewegung zwischen der Spurkranzflanke und dem Schienenkopf. Im Allgemeinen erfolgt der Anlauf an der Außenschiene mit dem vorlaufenden Radsatz. Beim Übergang von Einpunkt- zu Mehrpunkt-Berührung kann es dabei zu Spurkranzzischen kommen, vergleiche Abb. D.39. Bei Leitschienen oder Rillenschienen ist auch ein Anlaufen des Spurkranz-Rückens möglich. Auch

dieses Geräusch ist als Zischen oder hochfrequentes Schürfen zu beschreiben, mit zusätzlich breitbandiger Komponente.

Extreme Kurvengeräusche liegen bis zu $\Delta L_p = 20–30db(A)$ über dem reinen Rollgeräusch in der Geraden, siehe Abb. D.6.2. Kurvengeräusche sind insbesondere im innerstädtischen Nahverkehr ein Problem (Strecken mit engen Gleisbögen, Wendeschleifen sowie Betriebshöfe und Abstellanlagen) (Hecht 2004).

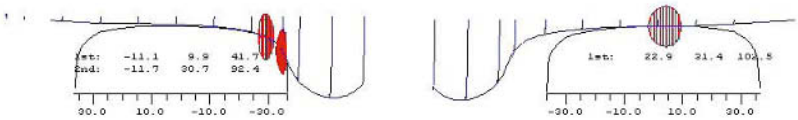


Abb. D.39: Mehrpunktberührung im Rad-Schiene-Kontakt bei Bogenfahrt. Links bogenäußeres Rad mit zwei Berührpunkten, einer am Spurkranz, einer in der so genannten Hohlkehle, rechts Berührpunkt in der Lauffläche

Ähnliche Geräusche wie beim Kurvenquietschen treten auch beim Bremsen auf. Die Verminderung dieser Bremsgeräusche ist besonders bei Stadtbahnen mit den vielen innerstädtischen Haltestellen von wesentlicher Bedeutung. Das Bremsenquietschen wird auf eine Erregung der Eigenfrequenzen der Radscheibe infolge der Reibkräfte zwischen Belag und Scheibe zurückgeführt.

3.2 Charakteristika des Schallereignisses

Für die subjektive Beurteilung von Schallereignissen durch den Menschen spielen mehr Faktoren als nur der Schalldruckpegel eine Rolle. Wichtig sind z.B. die Lautstärkeempfindung, also die Lautheit, die Tonhöhe, die Schärfe, der zeitliche Ablauf und die Gerichtetheit des Schalls.

Besonders die Antriebsgeräusche zeigen spezifische Charakteristika: Zum Beispiel strahlen Getriebe Geräusche ab, die durch den Zahneingriff erzeugt werden, wobei vor allem Einzeltöne stark hervortreten können. Dabei sind die gegenüber Gussgehäusen leichteren und ebenflächigeren Stahlschweißkonstruktionen um bis zu 5dB(A) lauter. Die charakteristischen Frequenzen folgen im Allgemeinen der Zahneingriffsfrequenz $\otimes$, die mit $\otimes = z \cdot n$ angegeben werden kann, wobei n der Drehzahl und z der Anzahl der Zähne entsprechen. Aber auch höhere Harmonische und Subharmonische sind von Bedeutung. Der durch die Wechselbewegungen beim Zahneingriff entstehende Körperschall wird über Wellen und Lager auf das Gehäuse übertragen, oder über die Radsätze auf Schienen und Schwellen, die dann das Geräusch abstrahlen.

Auch Lüfter zeigen neben einem breitbandigen Rauschen einen Anteil, der aus überlagerten Tönen besteht. Während das breitbandige Rauschen durch Wirbelablösung und turbulente Anströmung entsteht, werden die

Einzeltöne durch Wechselwirkungen von bewegten und unbewegten festen Konstruktionsteilen des Ventilators (periodisch schwankende Anströmung) erzeugt. Die Frequenzen der Einzeltöne ⊗ folgen dabei der Vorschrift ⊗ $=(v+1)\cdot z\cdot n$, wobei z die Anzahl der Laufschaufeln und n die Drehzahl darstellt, stellt dabei die Grundharmonische dar und die Zahlen >1 die höheren Harmonischen.

Als letzte wichtige Komponente der Antriebsgeräusche soll der Verbrennungsmotor erwähnt werden. Das Gesamtgeräusch des Verbrennungsmotors setzt sich aus dem Auspuffgeräusch, dem Luftansauggeräusch, den Geräuschen der Lüfter und dem Geräusch, das vom Motorblock abgestrahlt wird zusammen. Diese einzelnen Geräuschkomponenten zeigen meist motordrehzahlabhängige Abstrahlfrequenzen, die als tonale Geräuschanteile sehr störend wirken können. Da sie oft tieffrequent sind, ist ihre Minderung durch sekundäre Maßnahmen sehr schwierig.

3.3 Minderungspotentiale im Schienenverkehr

Bisher werden die Pflichtenheftwerte in den meisten europäischen Staaten nur vertraglich festgeschrieben und der Lieferant ist bis zur Typenprüfung selbst für Vorkehrungen zur Einhaltung der Grenzwerte verantwortlich. Nach Fertigstellung des Fahrzeuges sind auftretende Grenzwertüberschreitungen nur in wenigen Fällen korrigierbar, da neue Fahrzeuge in aller Regel dringend auf dem Markt benötigt werden.

Damit wird das notwendige Ziel, die Sicherstellung einer umfassenden und längerfristigen Umweltverträglichkeit des Schienenverkehrs, oft nicht hinreichend nachhaltig umgesetzt. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn die Eisenbahnverkehrsunternehmen die Schallemission ihrer Betriebsmittel konsequent senken. Hierbei ist eine Abstimmung der einzelnen Schallminderungsmaßnahmen nicht nur aus finanzieller Sicht sondern auch aus Minderungswirkungssicht wichtig: So dient die Optimierung einer Komponente, die eventuell mit einem großen finanziellen Aufwand verbunden war, die auf das Gesamtgeräusch aber keinen Einfluss hat, dem übergeordnetem Ziel der Lärmminderung nicht. Dieser Effekt tritt am ehesten bei solchen Konstruktionen auf, die bereits einen hohen Entwicklungsstand erreicht haben, in dem die Hauptschallquellen schon beseitig oder zumindest reduziert wurden und eine weitere Verbesserung nur dann erzielt wird, wenn Schallschutzmaßnahmen gleichzeitig an mehreren Stellen angebracht werden.

Im „Leisen Verkehr“ wurde daher das Forschungsprojekt AkQuaMa – **A**kustisches **Qua**litäts**ma**nagement für Schienenfahrzeuge im Schwerpunkt Antriebsgeräusche gefördert.

Die Ergebnisse aus AkQuaMa geben eine methodische Strategie an die Hand, die die Einbringung notwendiger akustischer Optimierungen zu den richtigen Zeitpunkten ermöglicht und den ganzen Konzeptions- und Konstruktionsprozess an den richtigen Stellen akustisch überwacht, siehe Abb.

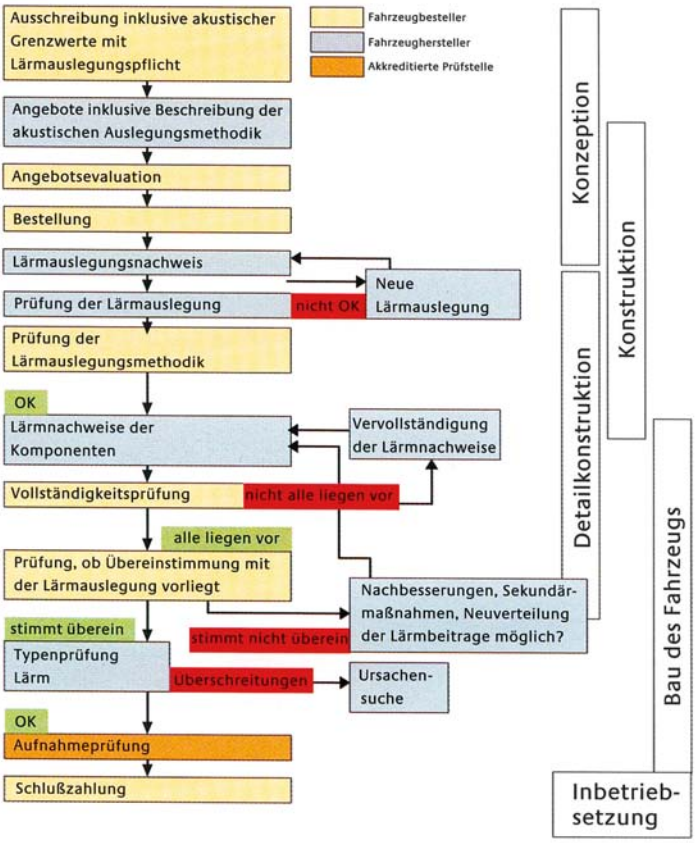


Abb. D.40: Ablaufdiagramm Akustisches Qualitätsmanagement (Bugarcic, Lipinski 1982)

D.40. Durch dieses methodisch richtige Vorgehen wird es – im Gegensatz zu unkoordinierten Verfahrensweisen – möglich, ein leiseres Produkt in kürzerer Zeit zu geringeren Kosten zu erhalten.

3.3.1 Geräuschminderung an der Quelle

Eisenbahnlärm kann durch primäre Maßnahmen, also Maßnahmen an der Quelle und sekundäre Maßnahmen, die auf dem Ausbreitungsweg wirken, vermindert werden. Gegen sekundäre Maßnahmen außerhalb des Fahrzeuges sprechen die hohen Kosten, die von Betreiber und Staat getragen werden müssen: So werden bei jetzigem Stand der Eisenbahntechnik durch den Einsatz von Lärmschutzwänden und Fensterisolationen Kosten in Höhe von etwa 600.000 € pro Gleiskilometer verursacht (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2003). Schon bei einer Lärmreduktion von 7 dB(A) an der Quelle können 40% dieser Kosten eingespart werden; von diesen Zahlen

geht auch die Deutsche Bahn aus (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2003; Grote, Feldhusen 2005).

Im Gegensatz zum Rollgeräusch und aerodynamischen Geräusch lassen sich Antriebsgeräusche in der Regel um einen angestrebten Wert reduzieren. Die einzelnen relevanten Komponenten sind meist durch spezielle, in begrenzten Frequenzbereichen wirkende, primäre Maßnahmen oder durch ausreichende sekundäre Maßnahmen am Fahrzeug akustisch zu kontrollieren, ohne dabei die Funktionsfähigkeit zu beeinträchtigen. Hier spielt selbstverständlich der finanzielle Aufwand eine Rolle.

Abb. D.41: Funktionsmuster für den Triebzug, Transformatorkühlanlage

Beispielhaft soll hier die Optimierung der Lüftungsanlage eines angetriebenen Schienenfahrzeugs dargestellt werden: Ziel der Optimierung war eine 8 dB(A) Minderung der Lüftungsgeräusche. In dem Projekt „LowVent" arbeiteten Betreiber, Bahnindustrie und Forschungseinrichtungen zusammen (Bugarcic, Lipinski 1982). In der ersten theoretischen Phase des Projekts wurde für die Planung ein Berechnungstool zur Strömungstechnik, Thermodynamik und Akustik der im Schienenfahrzeugbau üblichen Kühl- bzw. Lüftungsanlagen erstellt. Die zweite, praktische Phase sah mit Hilfe dieses Tools die Konzeption und Teile der Konstruktion vor. Später folgten die Fertigung und anschließend die akustische Vermessung von Funktionsmuster der optimierten Kühlanlage. Die gefertigten Funktionsmuster, siehe Abb. D.41, der Lüftungsanlagen konnten das Ziel von 8 dB(A) Geräuschreduktion weit überschreiten.

Das Rollgeräusch ist selbst mit größerem finanziellen Aufwand nicht beliebig reduzierbar. Da es aber in den meisten Betriebszuständen die relevante Geräuschquelle ist, sind hier Maßnahmen besonders effektiv. Am Rollgeräusch sind Rad und Schiene beteiligt. Beide Komponenten müssen bei einer Optimierung in Betracht gezogen werden.

Besonders wichtig ist die Vermeidung einer großen Aufrauung der Radoberfläche. Graugussklotzgebremste Räder sind aufgrund ihrer größeren Verriffelung bis zu 11 dB(A) lauter als zum Beispiel kunststoffgebremste Räder. Eine bessere Alternative stellen Scheibenbremsen dar. Diese wirken nicht primär auf die Oberfläche der Räder, vergleiche Abb. D.42.

Die Erfahrung zeigt, dass das Schleifen selbst einer nicht verriffelten Schiene zu einer Pegelminderung von bis zu 3 dB führt. Nach einer gewissen Anzahl von Überrollungen, oft schon nach wenigen Tagen, kann durch eine Ausbildung eines glatten Fahrspiegels eine weitere Absenkung um 2 dB eintreten (Hecht et al. 2002).

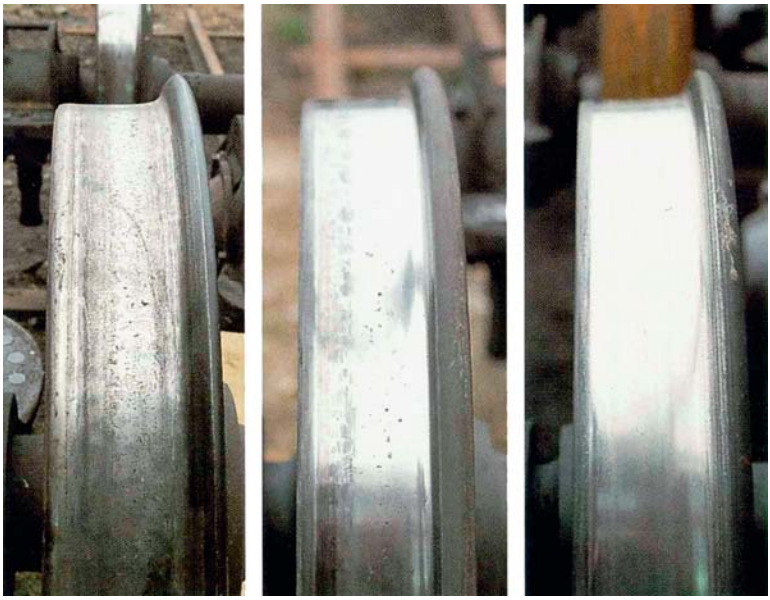


Abb. D.42: Radlaufflächen im Vergleich: links: mit GG-Klötzen, Mitte: Kunststoffklötze, rechts: scheibengeremst.
(Quelle: DB/Bahntech 4/97 S.4)

Im Schienenfahrzeugbereich sind die Güterwagen besonders laut. Dies liegt vor allem an der alten Technik und den durch Grauklötze gebremsten Rädern.

Ein Konsortium aus Industrie, Forschungseinrichtungen und Hochschulen arbeitet momentan an einem neuen Güterwagen-drehgestell „LEILA“ (Hühnerkoch 2002; Bühler 2003).

Entstehen soll ein leichteres, schnelleres, zuverlässigeres und vor allem leiseres Güterwagendrehgestell. Der Prototyp durchläuft zur Zeit die Validierung dieser Ziele. Außerdem ist die Migrationsfähigkeit zum heutigen System gewährleistet und es werden günstigere Lebenszykluskosten erwartet.

Das Akustikdesign, die lärmarmen Räder, die Gummifederelemente und der Einsatz von Scheibenbremsen versprechen günstige akustische Eigenschaften. Die Berechnungen zeigen ein Reduzierungspotential bis zu 18 dB(A) auf, das durch zusätzliche Schürzen weiter angehoben werden kann.

Ein solches Minderungspotential kann nur durch eine konsequente Beachtung von akustischen Aspekten während der ganzen Konstruktionsphase erreicht werden, vergleiche Kap. 3.

3.3.2 Lärmoptimale Betriebsweisen

Die EU schlägt die Verwendung des L_{den} zur Beurteilung des Lärms vor. Dieses Maß wichtet den Lärm am Abend und in der Nacht im höheren Maße als am Tag. Ein Schienenfahrzeug muss hiernach am Abend um 5 dB(A) und in der Nacht um 10 dB(A) leiser sein, um den gleichen Beitrag zum Maß zu leisten wie am Tag. Der L_{den} berechnet sich wie folgt:

$$L_{den} = 10\log\frac{1}{24}\left(12\cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4\cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8\cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right)$$

Dabei sind L_{day}, $L_{evening}$ und L_{night} die jeweiligen A-bewerteten gemittelten Schallpegel während des Tages, des Abends und der Nacht. Dieser Lärmindikator bevorzugt die Vermeidung lauten Rollmaterials besonders in der Nacht. Die Praxis sieht allerdings umgekehrt aus, da der Verkehr mit lauten Güterwagen in der Regel nachts stattfindet.

Eine scharfe Regelung nach diesem Modell würde bei jetzigem Stand der Schienenfahrzeugtechnik zwei unterschiedliche Betriebsweisen erlauben. Die eine würde mit einem generellen Fahrverbot für zu laute Wagen bei Nacht und vielleicht schon am Abend einhergehen und die andere könnte eine lärmabhängige Höchstgeschwindigkeit vorsehen. Beide Szenarien können aber nicht von wirtschaftlichem Interesse sein. Daher muss eine akustische Optimierung der Fahrzeuge erfolgen. Allerdings besteht bis heute kein unmittelbarer monetärer Anreiz für die Industrie und die Bahnen, geräuscharme Fahrzeuge und Gleise zu entwickeln und einzusetzen.

In Zukunft wird sich der Schienenverkehr verdreifachen (vergleiche Tab. D.5 und Tab. D.6). Da die Grenzwerte im Allgemeinen eine „Summierung“ des Geräusches aller Zugvorbeifahrten an einem Tag vorsehen, der dann über 24 Stunden gemittelt wird, steigt mit der Anzahl an Zügen pro Strecke auch die Geräuschemission und damit in Zukunft die Lärmproblematik weiter an.

Die logische Konsequenz aus diesen Immissionsgrenzwerten wäre ein lärmbasiertes Trassenpreissystem, das lautere Wagen entsprechend ihres Lärmbeitrages monetär belastet. Denn nur wenige Züge mit lauten Wagen können schon früh diesen Lärmgrenzwert erreichen, so dass ein weiteres Fahren an diesem Tage im Verständnis des Grenzwertes an dem betreffenden Tag nicht mehr möglich ist. Dies bedeutet den Ausfall dieser Strecke für den

Tab. D.5: Personenverkehr (Seliger et al. 2003)

EU Personentransport 1000 Millionen Personen km	**1970**	**1998**	**2020**
Schiene*	217 (10%)	290 (6%)	676 (10%)
Gesamt	2157 (100%)	4772 (100%)	6760 (100%)

* Enthält keinen Tram- und U-Bahn-Transport. 1998 betrug der Transport von Tram und U-Bahn 50.000 Millionen Passagierkilometer

Tab. D.6: Güterverkehr (Seliger et al. 2003)

EU Personentransport 1000 Millionen Tonnen km	**1970**	**1998**	**2020**
Schiene	283 (21%)	241 (8%)	784 (15%)
Gesamt**	1340 (100%)	2870 (100%)	5230 (100%)

** Inklusive Straße, Schiene, Binnenschifffahrtswege, Pipelines und innereuropäische Meere

restlichen Tag, was in Anbetracht des steigenden Verkehrsaufkommens nicht wettbewerbsfähig ist. Werden nun noch etwaige erhöhte Trassenpreise für laute Wagen gefordert, so wird sich bei richtiger Wahl der Parameter ein zunächst teurerer leiserer Wagen in den LifeCycleCosts als günstiger herausstellen (UNIFE, UIC, CER, UITP 2001).

Zu einem lärmoptimierten Betrieb gehört die besondere Gleispflege. Es ist unbedingt notwendig die Fahrfläche der Schienen in einem sehr guten Zustand zu halten. Dies ist nicht nur für die gesamte Lärmminderung erforderlich, sondern ermöglicht erst die volle Entfaltung des Lärmminderungspotentials eines akustisch optimierten Wagens. Richtiges Schienenschleifen berücksichtigt hierbei neben der Fahrfläche auch das Schienenprofil. Zur Zeit sind nur langsame Schienenschleifmaschinen im Einsatz, die durch lange Sperrpausen Störungen im Betriebsablauf hervorrufen. Die Bemühungen gehen aber in Richtung des Hochgeschwindigkeitsschleifens.

Ein lärmoptimierter Betrieb passt den Arbeitszustand der Hilfsaggregate der momentanen Notwendigkeit an. So sollten Lüfter und andere Aggregate nur im Bedarfsfall laufen und ansonsten abgeschaltet oder auf einem niedrigeren Lärmniveau laufen. Da diese Maßnahmen zudem mit geringeren Betriebskosten, geringerem Verschleiß und geringerer Verschmutzung gekoppelt sind, werden sie bei neuen Fahrzeugen verbreitet eingesetzt und zum Teil sogar ältere Fahrzeug umgebaut.

3.3.3 Zeitliche Umsetzung der Maßnahmen

Bezüglich des Außenlärms ist die Umsetzungsstrategie von großer Bedeutung. Abb. D.43 zeigt für vier Szenarien die Entwicklung auf. Angenommen wird eine über 10 oder 20 Jahre gleichmäßig verteilte Lärmreduktion je Fahrzeug um 3 oder 10 dB. Wegen der logarithmischen Addition sind die im ersten Jahr erreichten Minderungen kaum spürbar. Im 10 dB(A) – 10 Jahresprogramm wird eine 3 dB(A) Minderung erst nach fünf Jahren, somit nach der Sanierung der Hälfte aller Fahrzeuge erreicht, während die letzte 3 dB(A) Minderung im letzten Jahr des Sanierungsprozesses innerhalb nur eines Jahres erfolgen.

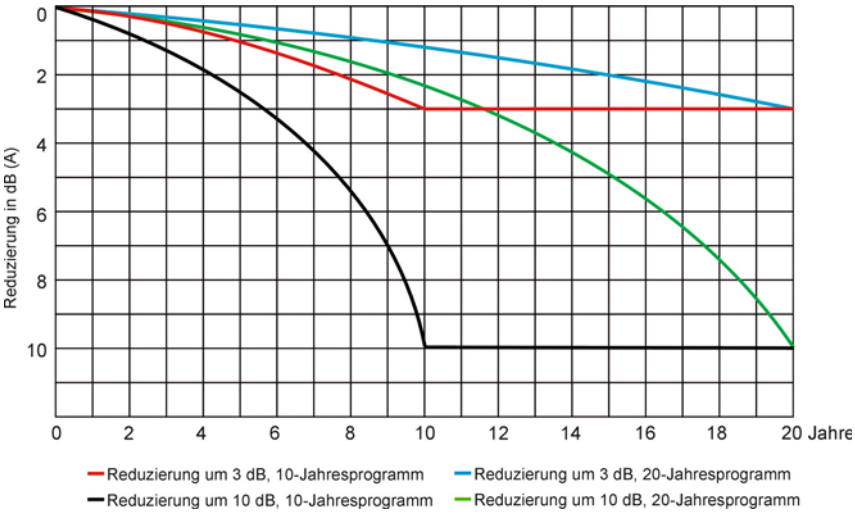


Abb. D.43: Vier verschiedene Lärmminderungsszenarien

Die Konsequenz aus dieser Darstellung ist es, möglichst deutliche Pegelminderungen in möglichst kurzen Zeiträumen umzusetzen. Das Problem der geringen Anfangserfolge wird dann zeitnah durch großen Nutzen in der Endphase ergänzt.

4 Entstehung und Perspektive des Luftverkehrslärms

Die Schallemission eines Flugzeuges tritt als Störfaktor nur bei Start und Landung in Erscheinung. Die Geräuschentwicklung der Flugzeuge im Reiseflug wird dank der großen Höhe am Boden in der Regel nicht wahrgenommen. Eine Ausnahme bilden gelegentlich supersonische Militärflugzeuge mit dem typischen „Überschallknall“. Der Begriff *Luftfahrzeug* fasst zunächst sämtliches Fluggerät zusammen, das schwerer als Luft ist; dazu gehören die Flugzeuge der Allgemeinen Luftfahrt, Verkehrsflugzeuge, Militärflugzeuge und Hubschrauber. Der Betrieb von Hubschraubern für Rettungs- oder Polizeieinsätze, wie auch der Betrieb von Militärflugzeugen zu Übungszwecken, bietet – regional begrenzt – durchaus Belästigungspotential; das aber im allgemeinen hinter der permanenten Lärmbelastung im Umfeld der großen zivilen Flughäfen deutlich zurücktritt. Der zivile Luftverkehr steht deshalb im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen.

Transportflugzeuge sind überwiegend mit Turbofanantrieben (vgl. Abb. D.44 und D.51) ausgerüstet. Für bestimmte Missionen, z.B. Zubringerdienste und Militärtransporte, bei denen die Transportgeschwindigkeit nicht ausschlaggebend ist, wird der Propellerantrieb wegen seiner Effizienz bevorzugt.

4.1 Schallquellen am Flugzeug

Die Schallemission des Flugzeuges mit Strahlantrieb resultiert aus den Strömungs- und Reaktionsprozessen im Triebwerk und aus der Umströmung der Flugzeugzelle (Hubbard; Smith 1989). Entsprechend zahlreich sind die

Abb. D.44: Lärmquellen am Flugzeug

Schallquellen am Flugzeug, deren wichtigste in Abb. D.44 identifiziert sind. Beim Start überwiegt wegen des hohen Schubbedarfs das Triebwerk als Lärmquelle; die Quellen der Flugzeugumströmung treten dahinter vollständig zurück. Sie gewinnen erst Bedeutung im Landeanflug, wenn die Antriebsleistung stark gedrosselt, die Hochauftriebshilfen voll aktiviert und die Fahrwerke ausgefahren sind. Bei einigen modernen Flugzeugen beobachtet man dank lärmarmer Triebwerke bereits die Dominanz des Umströmungsgeräusches im Landeanflug.

Abb. D.45 veranschaulicht – stellvertretend – die Lärmsignatur eines Airbus A319 im Überflug, gemessen mit einem bodennahen Einzelmikrofon etwa 10 km vom Flughafen entfernt (Bisping 2005). Der Startfall ist oben, der Landeanflug unten im Bild gezeigt; die Farben unterscheiden den rechten und linken Gehörgang. Das Diagramm gibt Auskunft über den zeitlichen Verlauf des Schallereignisses und über den von einem Beobachter am Messort wahrgenommenen Maximalpegel, liefert indes keine unmittelbare Information über die jeweils dominanten Schallquellen; hierfür könnte allenfalls eine Frequenzanalyse des Signals erste Hinweise liefern.

Genauere Angaben über die Lage der einzelnen Schallquellen am Flugzeug und ihre frequenzabhängige relative Stärke bietet der Einsatz der akustischen Antenne, die aus einer großen Zahl (> 100) systematisch angeordneter Mikrophone besteht und am Ende der Start- oder Landebahn installiert wird.

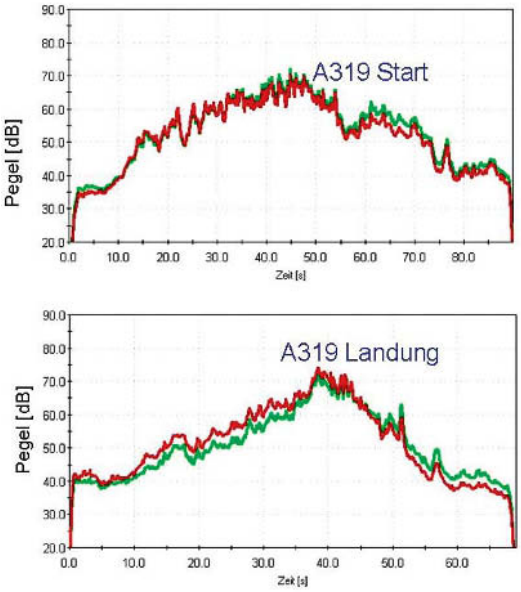


Abb. D.45: Schalldruckpegel eines startenden und landenden Flugzeugs, gemessen im Überflug bei etwa 10 km Entfernung vom Flughafen
Quelle: Bisping 2005

Das Schallfeld des überfliegenden Flugzeuges wird von allen Mikrophonen simultan aufgezeichnet und mit einem Fokussierungsalgorithmus per Rechner jedem Ort des Flugzeugs zugeordnet (vgl. Pietz et al.).

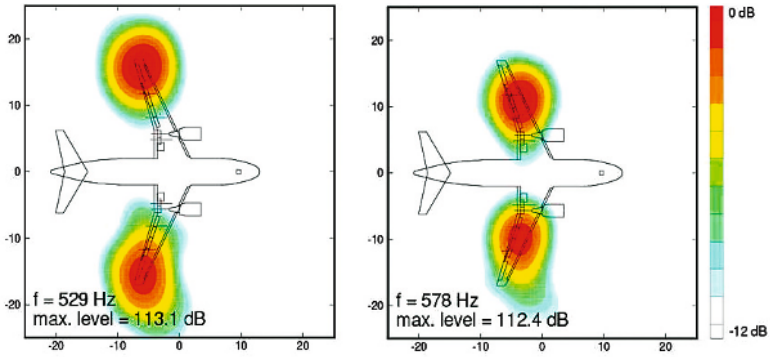


Abb. D.46: Analyse der Schallquellen eines Flugzeuges (A319) bei der Landung – Messung mit der akustischen Kamera
Quelle: LH/DLR, Pietz et al.

Abb. D.46 zeigt zwei typische Einzelergebnisse aus dem Kataster eines zweistrahligen Flugzeugs, das sich im Landeanflug befindet. Die links gezeigte Signatur bei 529 Hz identifiziert die Flügelspitzenumströmung als eine dominante tonale Schallquelle, während das rechte Diagramm Töne bei 578 Hz aufdeckt, die durch Resonanzen in Druckausgleichsöffnungen auf der Unterseite der Tragfläche entstehen. Die Auswertung des für jeden Überflug umfangreichen Datensatzes erfolgt unter Anwendung von Korrekturen für die jeweiligen meteorologischen Bedingungen im gesamten Frequenzbereich und vermittelt am Schluss ein umfassendes Bild der Lage und relativen Stärke aller Schallquellen eines Flugzeuges (vgl. Pietz et al.).

4.1.1 Umströmungsgeräusche

Bei der Umströmung der Flugzeugzelle in Reiseflugkonfiguration entstehen umfangreiche Strömungsturbulenzen, die – gebunden an die charakteristische Abmessungen der benetzten Bauteile, wie Fenster, Hauptflügel, Klappen oder Rumpf – sehr unterschiedliche Längenmaße der Turbulenzstrukturen (Smith 1989) besitzen. Die räumlich variantenreichen Strömungsturbulenzen ihrerseits erzeugen ein in der Frequenz breites Spektrum von Druckfluktuationen, das als niederfrequentes Breitbrandgeräusch im Umfeld hörbar ist. Der Schwerpunkt der Frequenz liegt typischerweise um 200 Hz, abhängig von der Größe des Flugzeuges und von seiner Geschwindigkeit (Smith 1989). Die Quellstärke verändert sich ebenfalls mit der Fluggeschwindigkeit und nimmt, wie die Erfahrung lehrt, mit der fünften bis sechsten Potenz der Fluggeschwindigkeit zu.

Aus diesem diffusen Schallspektrum der Reiseflugkonfiguration können sich durchaus einzelne Töne herausheben, die u.a. durch die Ablösung diskreter Wirbel an der Flügelhinterkante oder Wirbelbildung an Öffnungen und Hohlräumen, z.B. im Flügel (vgl. Abb. D.46) oder den Fahrwerken, hervorgerufen werden. Die Geräuschentwicklung der Flugzeugzelle erreicht – für den Beobachter am Boden – ihre größte Intensität in der Endphase des Landeanfluges, wenn bei niedriger Flughöhe das Fahrwerk ausgefahren und das Hochauftriebssystem (Vorflügel, Landeklappen, vgl. Abb. D.47) zur Reduktion der Fluggeschwindigkeit auf den zulässigen Landewert voll wirksam ist.

Durch die Umströmung der dann vorhandenen Extremitäten, insbesondere durch Strömungen in Kavitäten der Klappen, durch Spaltströmungen, durch Bildung und Zerfall von Wirbeln an den Auftriebshilfen und durch Strömungswechselwirkung zwischen den verschiedenen Komponenten (z.B.

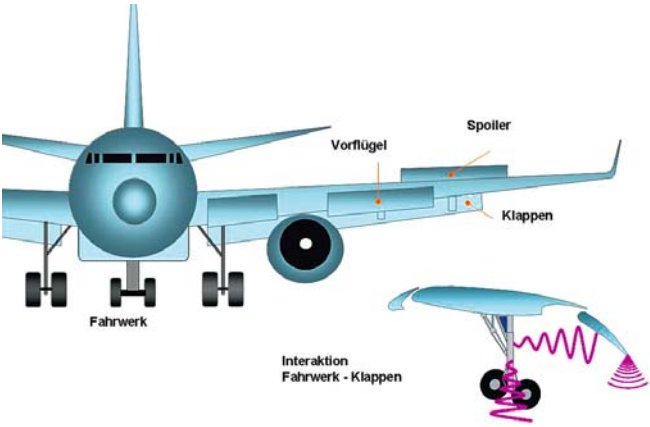


Abb. D.47: Schallquellen im Landeanflug

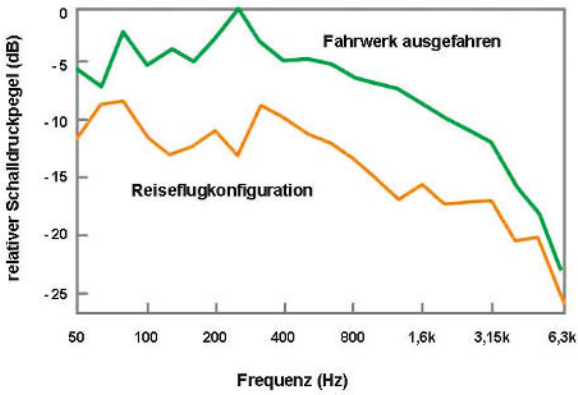


Abb. D.48: Beitrag des Fahrwerkes zur Schallemission eines Flugzeuges
Quelle: Smith 1989

Fahrwerk und Flügelklappen, vgl. rechts im Abb. D.47) entsteht ein Geräuschspektrum, das die Schallemission der Basiskonfiguration um 10 bis 15 dB überschreitet. Für ein größeres Verkehrsflugzeug veranschaulicht Abb. D.48 zum Beispiel den Effekt des Fahrwerkes.

Die Geräuschabstrahlung ist in Bezug auf die Flugzeughochachse annähernd zirkular polarisiert; während ihre Intensität etwa mit der sechsten Potenz der Fluggeschwindigkeit wächst. Abb. D.49 vermittelt einen Eindruck davon, wie sich die einzelnen Elemente der im Landeanflug schrittweise veränderten Flugzeugkonfiguration im Emissionsdelta niederschlagen. Die Landeklappen, die mit fortschreitendem Anflug in Schritten bis auf 45 gegenüber der Flugzeuglängsachse ausgefahren werden, verursachen etwa 10 dB an zusätzlichem Geräusch, das Fahrwerk, ca. 5 dB.

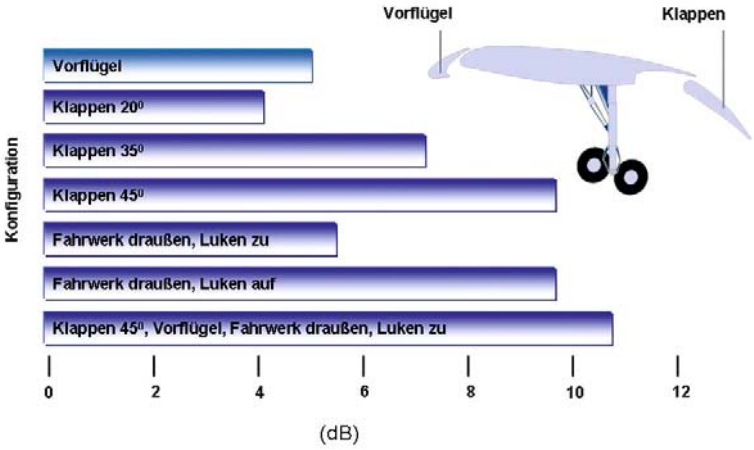


Abb. D.49: Konfigurationsabhängige Änderung der Schallemission der Flugzeugzelle
Quelle: DLR/LH

Der untere Balken im Bild repräsentiert die Flugzeugkonfiguration in der Schlussphase der Landung und beschreibt die Summe aller wirksamen Einzelquellen.

4.1.2 Triebwerksgeräusche

Der Antrieb ist die uneingeschränkt dominante Schallquelle jedes startenden Flugzeugs; auch im Landeanflug ist das Triebwerk i.A. den Zellen gebundenen Quellen zumindest äquivalent.

Abb. D.50 zeigt einen Schnitt durch ein modernes Strahltriebwerk mit seinen hauptsächlichen Komponenten Gebläse (Fan), Verdichter, Brennkammer, Turbine und Schubdüsen (vgl. Hünecke 1976). Das Bild deutet an, dass praktisch alle Komponenten an der triebwerkspezifischen Schallentste-

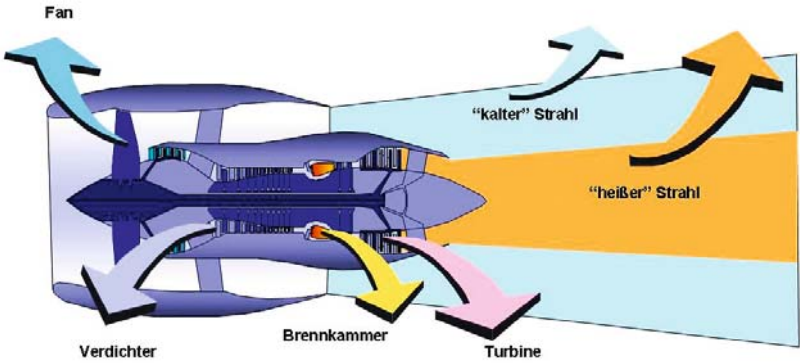


Abb. D.50: Dominante Schallquellen des Turbofan-Triebwerkes

hung beteiligt sind (Hubbard; Smith 1989). Aufgrund ihrer Lage im Triebwerk und wegen der umgebenden Gehäuse ergibt sich eine charakteristische Richtungsverteilung der Schallabstrahlung, die schematisch in Abb. D.51 dargestellt ist (vgl. Smith 1989).

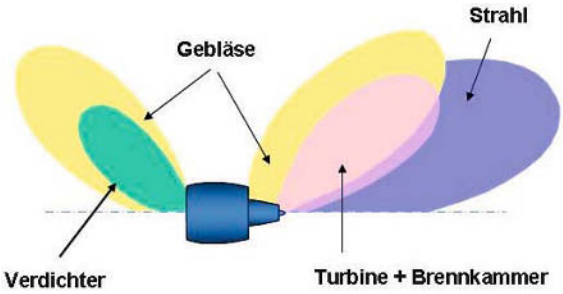


Abb. D.51: Richtungscharakteristik der Schallquellen des Triebwerkes mit großem Nebenstrom

Der Gebläseschall verlässt das Triebwerk sowohl durch den Einlauf stromauf wie auch durch die Sekundärdüse stromab, während der Verdichter nur via Einlauf akustisch wahrgenommen wird. Im rückwärtigen Sektor treten – in ihrer Richtung orientiert durch die Primärdüse – Brennkammer/Turbine und Schubstrahl als wichtige Schallquellen hinzu. Die relative Stärke dieser Quellen veranschaulicht Abb. D.52 für den Startfall und für den Landeanflug (vgl. Kennepohl et al.). (Das Diagramm stellt gleichzeitig auch die Relation zur Emission der Flugzeugzelle her.)

Im Start erweist sich der Schubstrahl als überragende Schallquelle, hinter der die übrigen zurücktreten. Die Spektralanalyse zeigt, dass der Strahllärm – abgesehen von wenigen, offensichtlich durch Wirbelablösung hervorgeru-

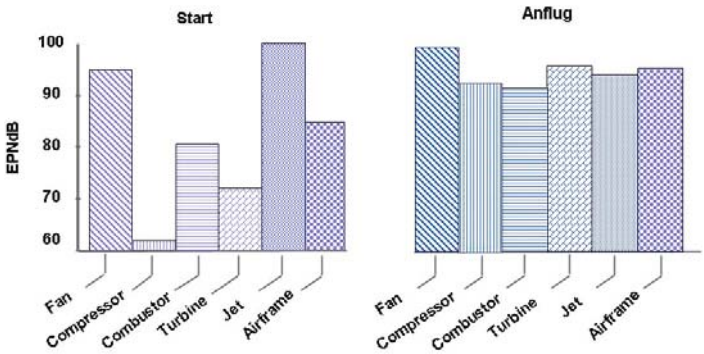


Abb. D.52: Relative Stärke der Schallquellen eines Triebwerkes – gemessen an der Seitenlinie
Quelle: Kennepohl et al.

fenen, sehr tieffrequenten Tönen – überwiegend aus Breitbandlärm besteht, der im wesentlichen durch die turbulente Vermischung der Schubstrahlen mit der Umgebung hervorgerufen wird.

Abb. D.53 zeigt die typische spektrale Verteilung einer Schubdüse (Motoren- und Turbinenunion 1974). Die maximale Pegelintensität findet man ganz generell im Bereich um 200 Hz. Der Pegel insgesamt wächst charakteristisch mit der sechsten bis achten Potenz der Strahlgeschwindigkeit.

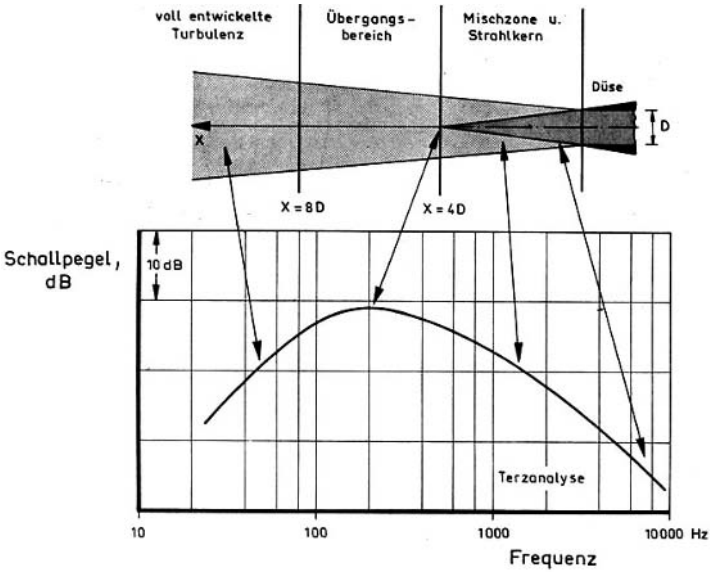


Abb. D.53: Frequenzspektrum des Strahlgehäuses
Quelle: Motoren-und Turbinenunion 1974

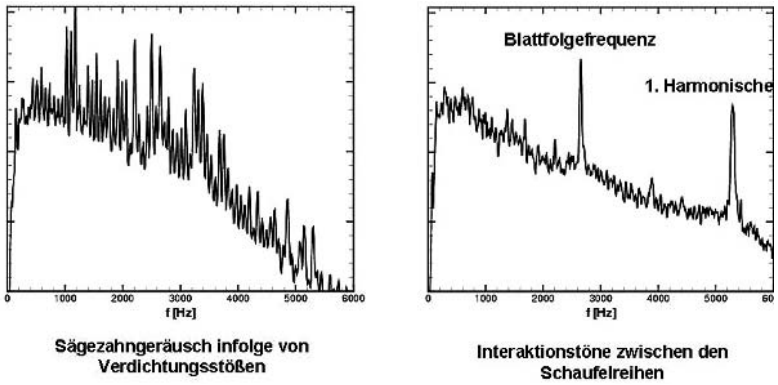


Abb. D.54: Frequenzspektrum des Gebläseschalls
Quelle: DLR

Als nächst wichtige Quelle beim Start tritt das Gebläse (Abb. D.50) in Erscheinung, das im Landeanflug – wie links in Abb. D.52 gezeigt – die übrigen Quellen sogar überragt. Im Spektrum heben sich gegenüber dem breitbandigen Rauschen diskrete Töne ab (Hubbard; Smith 1989), deren Mittenfrequenzen i.a. mit der Schaufelzahl, der Gebläsedrehzahl und ihren höheren Ordnungen korrespondieren (vgl. Abb. D.54).

Ursache sind Wechselwirkungen der Beschaufelungen mit Störungen in der Zuströmung, vor allen Dingen aber die Interaktion der umlaufenden Rotorschaufelnachläufe mit den nachfolgenden Statorschaufeln, wobei die Blattfolgefrequenz und ihre Harmonischen die Tonhöhen bestimmen (Abb. D.54 rechts). Die Gebläse moderner Strahltriebwerke arbeiten bei hohen Drehzahlen, so dass die Schaufelspitzen mit Überschallgeschwindigkeit umlaufen. Die Folge sind supersonische Strömungsfelder in der Gebläsebeschaufelung und eine der Schaufelzahl entsprechende Schar diskreter Verdichtungsstöße, die mehr oder weniger heftige Druckpulsationen hervorrufen. Die Druckschwankungen wandern im Einlaufkanal stromauf und breiten sich als typisches Sägezahngeräusch in das Fernfeld aus. Wegen Fertigungsungenauigkeiten unterscheiden sich die Verdichtungsstöße von Schaufel zu Schaufel geringfügig in ihrem Verlauf und ihrer Intensität. Es kommt zu Interferenzen der Druckpulsationen, an deren Ende das bei startenden Flugzeugen wahrnehmbare, markante Sägezahngeräusch steht (Smith 1989). Wie links in Abb. D.55 gezeigt, besteht der *Sägezahn* infolge der Variation der Verdichtungsstöße aus vielen diskreten Tönen, deren Frequenzen – zwischen 0,4 und 4 KHz – an die Wellendrehzahl und ihre Vielfachen gebunden sind. Turbulente Strömungsprozesse, z.B. die Nachlaufausmischung, verursachen das im Abb. D.45 erkennbare, auch für Turbomaschinen charakteristische breitbandige Rauschen.

Die Schallentstehungsmechanismen in Verdichtern und Turbinen unterscheiden sich grundsätzlich nicht von den Phänomenen im Gebläse und können analog beschrieben werden, obwohl i.a wegen der größeren Schaufelzahlen deutlich höhere Frequenzen auftreten. In Brennkammern sind fluktuierende Strömungen, pulsierende Verbrennungsprozesse und inhomogene Temperaturfelder Ursache für tonale und breitbandige Geräuschentwicklung. Diese Quellen sind in ihrer Intensität nachgeordnet und gewinnen erst Relevanz, wenn die Geräuschentwicklung von Strahl und Gebläse durch technische Maßnahmen weiter abgesenkt sein wird.

4.2 Geräuschentwicklung von Strahlflugzeugen beim Start

Abb. D.55 gibt eine Übersicht über die Startlärmwerte der meisten heute betriebenen Verkehrsflugzeuge, wie sie u.a. an der Seitenlinie (vgl. Abb. D.56) gemessen werden. Das Bild stellt gleichzeitig die Relation zum derzeit international gültigen Grenzwert für die Seitenlinie her.

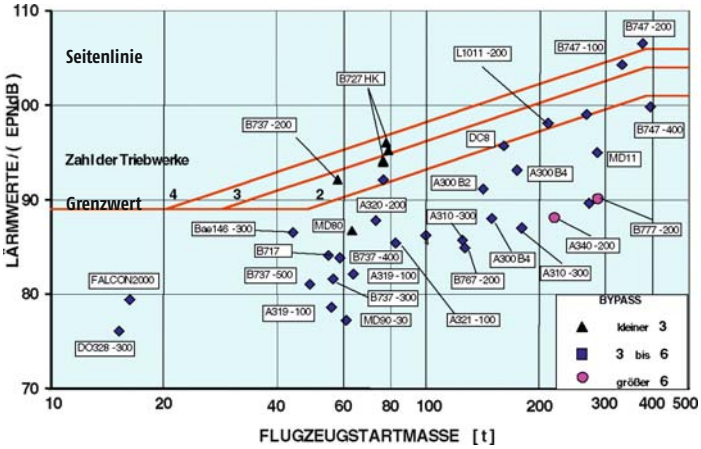


Abb. D.55: Startlärmwerte von Strahlflugzeugen und Grenzwerte-Seitenlinie
Quelle: ICAO

Der Verlauf der Grenzwerte trägt den höheren aerodynamischen Lasten und dem größeren Schubbedarf bei steigendem Abfluggewicht Rechnung. Der Grenzwert nimmt linear mit dem Gewicht zu und unterscheidet nach Anzahl der Triebwerke; danach darf ein gleich schweres Flugzeug mit vier Triebwerken um etwa 5 dB lauter sein als ein zweistrahliges Flugzeug. Das Bild macht deutlich, dass alle jüngeren modernen Flugzeuge relativ weit unter dem zulässigen Grenzwert liegen, während einige ältere, wie B 737–200 oder B747–200, die Vorgabe gerade noch erfüllen.

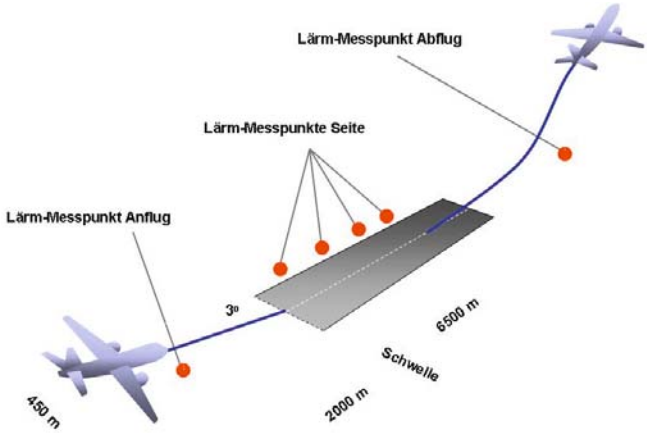


Abb. D.56: Lärmmesspunkte

Für die Betriebszulassung müssen alle neuen Flugzeuge u.a. ein Lärmzertifikat vorweisen, für das die gezeigten Grenzwerte verbindlich sind. Die Zertifizierung folgt einem festgelegten Prozedere, das Messungen an ausgewählten Punkten (Abb. D.56) zur Feststellung der Geräuschemission bei Start und Landung vorsieht. Dabei ergeben sich zu 3.3.12 analoge Diagramme für den Start- und Anflugpunkt.

Die zugrunde liegende Vorschrift ist für Mitgliedstaaten der International Civil Aviation Organisation (ICAO) verbindlich und wird bei jeder Aktualisierung der Grenzwerte im Annex 16 zur Übereinkunft über den internationalen zivilen Flugverkehr veröffentlicht (ICAO 1993).

4.3 Minderungspotentiale im Luftverkehr

Die Luftfahrt blickt auf große Erfolge in der Senkung der spezifischen Geräuschbildung ihres Transportmittels seit Einführung der Strahltriebwerke Mitte der fünfziger Jahre zurück. Wie Abb. D.57 zeigt, ist seit damals der an der Seitenlinie gemessene Pegel um 25 dB zurückgegangen.

Die Pegelsenkung von 25 dB bedeutet einen Rückgang der Schallleistung auf wenige Promille (3‰) des ursprünglichen Wertes, während die subjektiv empfundene Lautstärke nur noch ein Fünftel beträgt. Dieser Fortschritt ist zum überwiegenden Teil auf die Einführung des Nebenstrom- oder Turbofantriebwerkes zurückzuführen, das durch die Absenkung der Strahlgeschwindigkeit einen Qualitätssprung sowohl in der Wirtschaftlichkeit, d.h. im Brennstoffverbrauch, als auch in der Lärmemission des Schubstrahls gebracht hat (vgl. Abb. D.52 und D.57).

Abb. D.58 veranschaulicht die praktischen Auswirkungen dieses Fortschritts beim einzelnen Flugzeug; es vergleicht den von der 85dB-Isophone

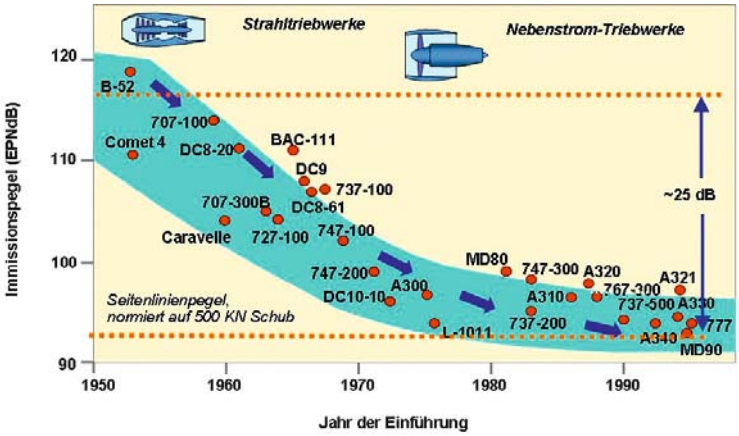


Abb. D.57: Rückgang der spezifischen Lärmentwicklung von Strahlflugzeugen
Quelle: DLR

eingeschlossenen Lärmteppich einer älteren und einer modernen Variante des Boeing-Flugzeugmusters 737. Die beim Start erheblich mit Schall beaufschlagte Fläche schrumpft um nahezu eine Größenordnung von 9,1 auf 1,3 km². Bei der mittleren, über alle Flugbewegungen integrierten Lärmbelastung im Umfeld der Flughäfen zeigt sich hingegen kein nennenswerter Einfluss dieser Entwicklung, weil die Zunahme des Verkehrs die spezifische Lärmsenkung der Flugzeuge weitgehend kompensiert hat. Angesichts des Weiteren überproportionalen Wachstums des Luftverkehrs (vgl. Kap. A.3) reicht der bisher erzielte Fortschritt auf keinen Fall aus, um „Verkehr“ und „Lärm“ langfristig zu entkoppeln. Dafür bedarf es weiterer drastischer Geräuschsen-

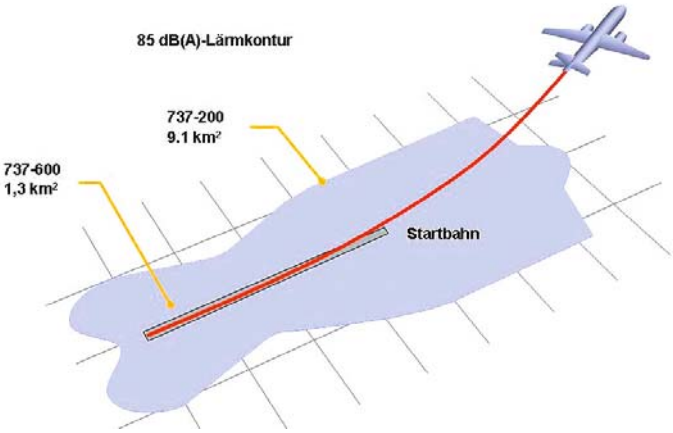


Abb. D.58: Lärmkontur der Flugzeuge Boeing 737-200 und -600 im Vergleich
Quelle: Boeing

kungen, bevorzugt durch technische Maßnahmen an der Quelle und durch geeignete Flugverfahren. Daneben ist passiver Schallschutz zur kurzfristigen Entlastung unverzichtbar, aber keine Dauerlösung, da er im Wesentlichen bei Aufenthalt im Haus, nicht aber bei Aufenthalt im Freien wirkt.

4.3.1 Technische Potentiale

In den Luftfahrtnationen der Welt – USA und Europa – laufen inzwischen umfangreiche Forschungs- und Technologieprogramme+, um die noch vorhandenen technischen und operationellen Potentiale zur Lärmsenkung auszuschöpfen. Wie u.a. in der *Strategischen Forschungsagenda Luftfahrt* der EU (ACARE 2002) nachzulesen ist, schätzen die Fachleute das erschließbare Reduktionspotential auf 10 bis 12 dB (Abb. D.59), was gegenüber den heute „leisesten" Flugzeugen nochmals eine Halbierung der empfundenen Lautstärke und einen Rückgang der Schallleistung um 90% bedeutet.

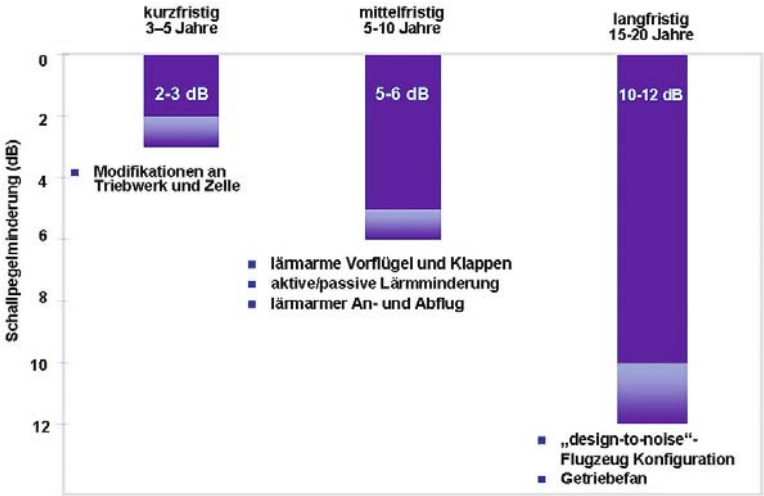


Abb. D.59: Kurz- bis langfristige Lärmminderungspotenziale im Luftverkehr

Im Vergleich zu den operationellen Minderungsmaßnahmen wird das Flugzeug den überwiegenden Teil dieses erneuten Qualitätssprungs liefern. Zelle und Triebwerk werden von Grund auf nach dem Prinzip minimaler Lärmentstehung entworfen, wobei die Kriterien größtmöglicher Wirtschaftlichkeit und Sicherheit erfüllt bleiben müssen. Es existieren bereits einige Entwürfe – Abb. D.60 zeigt das Boeing-Konzept eines Nur-Flügel-Flugzeugs (Boeing 2004) – die aber noch keineswegs für die endgültige Konfiguration des „leisen" Flugzeuges verbindlich sind.

+ USA: Quiet Aircraft Technology / Aircraft System's Technology.
EU: SILENCE ®, VITAL u.a.

Abb. D.60: Nur-Flügel-Flugzeug
Quelle: Boeing

Auf jeden Fall wird das Triebwerk in seinen Abmessungen größer (Abb. D.61); das Nebenstromverhältnis[++] wächst von heute üblichen Werten unter 10 auf über 14. Dadurch sinkt die Geschwindigkeit im Schubstrahl mit der Folge, dass der Strahllärm (vgl. Abschn. D.3.3.1.2) deutlich zurückgeht, während – als positiver Nebeneffekt – der Wirkungsgrad des Triebwerkes ansteigt. Die rechte Seite in Abb. D.61 erläutert den Zusammenhang zwischen Schallpegel und Nebenstrom und veranschaulicht, dass auch die Schallemission des Gebläses aufgrund der zurück gehenden Drehzahl absinkt (vgl. Kennepohl et al.).

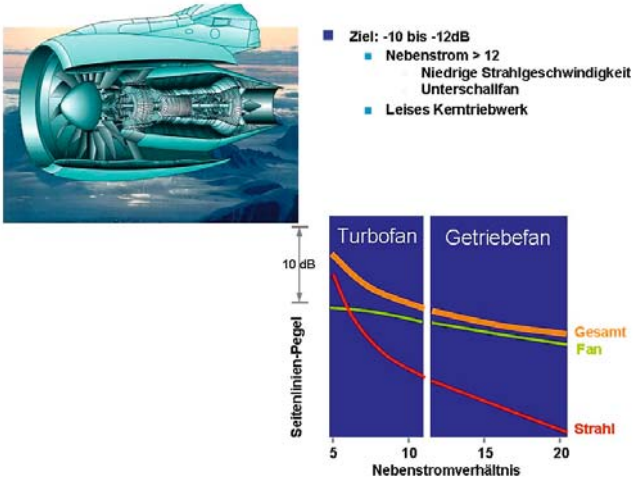


Abb. D.61: Lärmminderungspotenzial von Triebwerken mit großem Nebenstrom
Quelle: MTU

[++] Verhältnis des Luftmassenstroms im äußeren Fankreis zum Massenstrom im Kerntriebwerk.

Schon wegen ihrer Abmessungen befinden sich die Triebwerke möglicherweise auf der Oberseite des Flugzeuges, so dass zusätzlich der Abschattungseffekt der Zelle für die Lärmabstrahlung zum Boden genutzt werden kann.

Nach der in (ACARE 2002) gegebenen Einschätzung werden die Technologien für die neue, lärmoptimierte Flugzeuggeneration – gleich bleibende FuT-Anstrengungen vorausgesetzt – erst in etwa 15 Jahren zur Verfügung stehen, so dass die angestrebten „leisen" Flugzeuge frühestens um 2025 in Betrieb gehen. Die im Flughafenumfeld lebende Bevölkerung wird diesen Zeithorizont, der durch die Vielzahl und Komplexität der zu lösenden technischen Probleme, aber auch durch finanzielle und zulassungsrechtliche Rahmenbedingungen bestimmt ist, kaum akzeptieren, zumal die Lärmbelastung als Folge des wachsenden Verkehrs stetig zunimmt. Es sind deshalb Zwischenschritte erforderlich, die kurz- und mittelfristig wirksame Entlastung bringen.

Die in Abb. D.59 skizzierten Kurzfristmaßnahmen mit dem Ziel, in den nächsten drei bis fünf Jahren die Lärmemission um zwei bis drei Dezibel zu senken, stellen kleinere Modifikationen an bestehenden Flugzeugen dar, u.a. Schließung von Kavitäten der Hochauftriebhilfen, Vermeidung akustischer Resonanzen in Hohlräumen und Ausrüstung der Triebwerke mit Chevrondüsen (Saueressig, Haag 2004) – vgl. Abb. D.62 – die eine Senkung der Strahlgeschwindigkeit durch intensivere Strahlmischung herbeiführen. Die Maßnahmen sollen der bestehenden Flugzeugflotte zugute kommen, sind gleichwohl Eingriffe in die Flugzeugstruktur und insoweit in hohem Maße sicherheitsrelevant, so dass der vorgesehene Zeitraum (drei bis fünf Jahre) für ihre Umsetzung angemessen erscheint.

Abb. D.62: Triebwerke mit gezackter Chevron-Düse zur besseren Strahldurchmischung
Quelle: Lufthansa-DLR

Mit den in Abb. D.59 genannten Mittelfristmaßnahmen werden fünf bis sechs Dezibel spezifischer Lärmminderung angestrebt, was allerdings nicht mehr ohne konstruktive Änderung einzelner Flugzeugkomponenten bewerkstelligt werden kann (vgl. u.a. Isermann et al. 2004).

Insbesondere die Hochauftriebshilfen – Vorflügel und Landeklappen – werden aerodynamisch und aeroakustisch so gestaltet, dass ihre Umströmung vornehmlich in der Extremposition beim Landeanflug (vgl. Abb. D.51) möglichst wenig tonale und breitbandige Geräusche erzeugt, indem besonderes Augenmerk auf die Wechselwirkung der Strömung mit Hohlräumen und Kavitäten, mit Schlitzen und Kanten in der Flugzeugstruktur gelegt wird. Die Fahrwerke werden strömungstechnisch und aeroakustisch sorgfältig verkleidet, während die Triebwerke u.U. mit aktiver Lärmminderung ausgestattet werden. Bei dieser Technik werden die dominanten und meist störenden Töne, die das Gebläse in Wechselwirkung mit der Zu- und Abströmung oder mit Einbauten im Strömungskanal erzeugt, durch ein Gegenschallfeld überlagert, das identische Frequenzen und Amplituden aufweist, aber um eine halbe Wellenlänge verschoben ist (Abb. D.63). Im Idealfall löschen sich die Schallwellen gegenseitig aus. Das Schallspektrum links in Abb. D.63 demonstriert die Wirksamkeit dieser aktiven Minderung (**a**ctive **n**oise **c**ontrol) am Beispiel der beiden Gebläsetöne bei 340 und 680 Hz. Das Gegenschallfeld kann akustisch mit Lautsprechern oder aerodynamisch durch Einblasung erzeugt werden (vgl. Michel in Abschlussbericht zum DLR-Projekt Leiser Flugverkehr 2004)); infrage kommende technische Lösungen werden z.Zt. erprobt.

Angesichts der für die Luftfahrt typischen hohen Sicherheitsanforderungen brauchen die Entwicklung der skizzierten Techniken und der Nachweis ihrer Funktionalität und Zuverlässigkeit etwa acht bis zehn Jahre. Erst danach beginnt der praktische Einsatz.

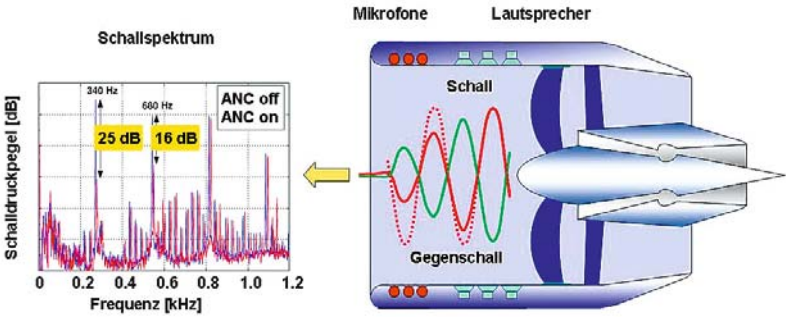


Abb. D.63: Aktive Minderung von Gebläsetönen – ANC: Active Noise Control
Quelle: DLR

4.3.2 Operationelle Minderungspotentiale

Der Betrieb von Flugzeugen bietet in verschiedener Hinsicht Potential für die Verbesserung der Lärmimmissionen am Boden. Von der Topographie und der Besiedlungsstruktur abhängige Präzisionsflugbahnen bei Start und Landung (rechts in Abb. D.64) oder witterungs- bzw. windkorrigierte Flugbahnen (links im Bild) leisten zwar keinen unmittelbaren Beitrag zur Geräuschminderung, helfen aber, wo immer der nötige Spielraum für die Flugführung vorhanden ist, die Lärmimmission am Boden so zu verteilen, dass für die betroffene Bevölkerung möglichst geringe Belastungen entstehen.

Einen nennenswerten Anteil von drei bis vier Dezibel an der insgesamt angestrebten Minderung (10 bis 12 dB Abb. D.59) erwartet man andererseits von neuen, lärmoptimierten An- und Abflugverfahren, die sich zur Zeit in der Erprobung befinden.

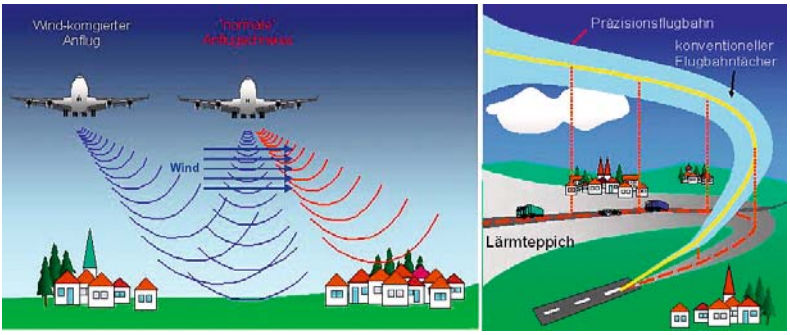


Abb. D.64: Kombinations-Präzisionsflugbahnen und windkorrigierte Flugbahn
Quelle: DLR

Dabei werden verschiedene Ansätze verfolgt, u.a. Senkung des Schubes, Verringerung der Fluggeschwindigkeit, Anheben der Flugbahn oder verzögertes Ausfahren der Klappen und Fahrwerke (vgl. König in Abschlussbericht zum DLR-Projekt Leiser Flugverkehr 2004). Wesentlicher Schritt ist die Anhebung der Flugbahn durch Vergrößerung der Gleitwinkel bei Start und Landung. Je nach Beladung des Flugzeuges und verfügbarem Schub können beim Start Steigwinkel deutlich größer als fünf Grad verwirklicht werden, die dann für einen raschen Höhengewinn mit den bekannten positiven Folgen für die Geräuschimission sorgen. Für die Landung werden von drei auf fünf Grad erhöhte Gleitwinkel angestrebt, so dass der Sinkflug später, d.h. in geringerer Distanz zum Flughafen beginnen kann (vgl. Neise 2004). Der dadurch gegebene Höhenvorteil hat erheblichen Einfluss auf die Größe der beschallten Fläche am Boden, wie Abb. D.65 veranschaulicht.

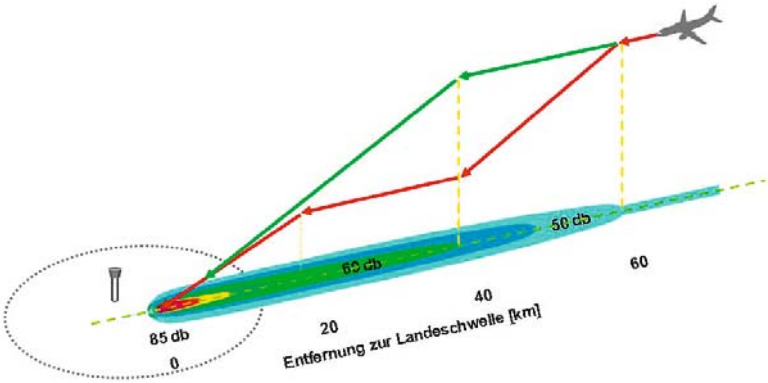


Abb. D.65: Senkung der Lärmimmission am Boden durch An- und Abflugverfahren (Isermann et al. 2004)

Die von der 60 dB-Isophone eingeschriebene Kontur verkürzt sich von knapp 40 km beim derzeitigen Standardverfahren auf etwa 15 km beim Verfahren mit erhöhtem Gleitwinkel. Die insgesamt schrumpfende Kontur verringert die mittlere Lärmbelastung im Gebiet der Einflugschneise um die genannte Marke von 3 bis 4 dB.

Es stehen unterschiedliche Varianten bei verändertem Gleitwinkel zur Auswahl. Über die Zweckmäßigkeit und Einführung entscheiden neben dem Lärmminderungspotenzial auch die Wirtschaftlichkeit, u.a. der erhöhte Brennstoffverbrauch beim Start und nicht zuletzt die Flugsicherheit, da die neuen Verfahren den Piloten mental stärker belasten und die Flugzeugstruktur mechanisch höher beanspruchen. Die Entwicklung der Verfahren und die Überprüfung der Sicherheitsbelange beanspruchen etwa fünf bis zehn Jahre; die neuen An- und Abflugverfahren sind deshalb den Mittelfristmaßnahmen zuzurechnen.

4.3.3 Zeitliche Umsetzung

Abb. D.59 beschreibt die zeitliche Perspektive, in der die notwendigen Technologien und Verfahren für die schrittweise Verbesserung bereitgestellt werden können. Danach beginnt die Einführung in das Produkt, die noch einmal drei bis fünf Jahre beanspruchen kann. Neben dem Innovationsprozess entscheidet die stark von wirtschaftlichen Überlegungen geprägte Flottenerneuerungspolitik der Fluglinien darüber, wie rasch sich insbesondere die technischen Neuerungen im Flugverkehr durchsetzen. Die hierfür maßgebliche Größe ist die Lebenserwartung ziviler Flugzeuge, die heute im Mittel 25 bis 30 Jahre beträgt, jedoch von den Fluggesellschaften unterschiedlich ausgeschöpft wird. Abb. D.66 veranschaulicht, in welchem Zyklus die Fluggesellschaften ihre Flugzeuge gegen neue oder gebrauchte, jüngere Geräte austauschen (vgl. Airbus 2003). Selbst in Westeuropa und Nordamerika

werden die Flugzeuge durchschnittlich erst im Alter von 22 Jahren bzw. 25 Jahren ersetzt, obwohl es umwelt- und energiebewusste Fluglinien gibt, die ihre Flotten in deutlich kürzeren Zyklen modernisieren, z.B. beträgt das mittlere Alter der Flugzeuge der Lufthansa z.Zt. acht Jahre. Die gebrauchten Flugzeuge werden vielfach in Entwicklungsländer veräußert, deren Fluglinien natürlich mit diesen Flugzeugen die großen europäischen Flughäfen bedienen wollen und nicht durch Lärmschutzvorschriften von diesem Markt ferngehalten werden können. Unter diesen besonderen Randbedingungen braucht jede neue Technik 25 bis 30 Jahre, um den Bestand im zivilen Luftverkehr vollständig zu durchdringen. Ein um 10dB leiseres Flugzeug, das 2025 in den Markt eintritt, hätte sich danach erst im Jahre 2050 gänzlich durchgesetzt, was die Notwendigkeit der in Abb. D.59 skizzierten Zwischenschritte unterstreicht, um bei wachsendem Verkehr Entlastung zu schaffen.

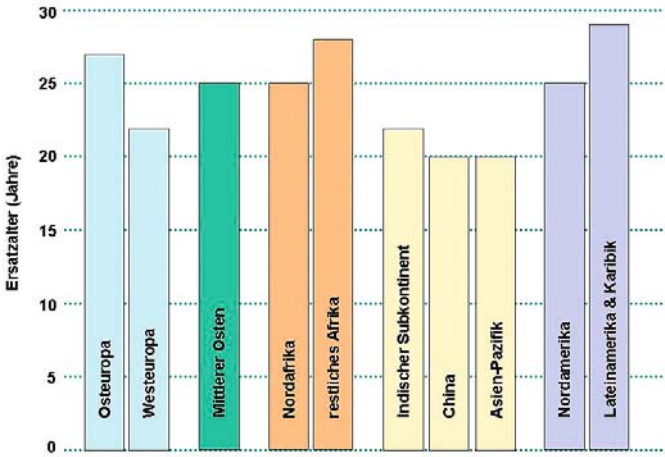


Abb. D.66: Durchschnittliches Ersatzalter der Flugzeuge
Quelle: Airbus 2003

5 Messung und Berechnung von Verkehrsgeräuschen

5.1 Schallausbreitungsrechnung und Immissionsprognose

5.1.1 Grundlagen

5.1.1.1 Messung oder Berechnung von Verkehrsgeräuschen?

Schall ist eine mit physikalischen Parametern orts- und zeitbezogen messbare Größe. Insofern liegt es nahe, Geräusche in der Umwelt durch Schallmessungen vor Ort nachzuweisen. Dennoch fordern – mit wenigen Ausnahmen – alle Regelwerke statt der Messung die Berechnung von Pegeln und verweisen auf oder beinhalten entsprechende Berechnungsvorschriften. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass über Messungen nur momentane Ereignisse an bereits bestehenden Anlagen erfasst werden können, die sich in maßgebenden Parametern (für Straßen z. B. Verkehrsmenge, Lkw-Anteile, Geschwindigkeit, Verkehrsfluss, meteorologische Bedingungen, bewegliche Hindernisse, Überlagerung durch Fremdgeräusche etc.) laufend ändern und auch Sondereffekten unterworfen sein können. Um aussagefähige Ergebnisse zu erzielen, ist es notwendig, sehr lange zu messen. Einschränkend für Messungen ist weiter zu berücksichtigen, dass sie nur punktbezogen erfolgen können, dass also die flächendeckende Erfassung einer Geräuschsituation wegen der komplexen Ausbreitungsbedingungen insbesondere in besiedelten Untersuchungsräumen zahlreiche Messpunkte benötigt. Nicht näher erläuterungsbedürftig ist der Aspekt, dass noch nicht bestehende bzw. zu ändernde Situationen (Aus- und Neubau von Verkehrsanlagen, Nutzungsänderung, geplante Siedlungsentwicklung im Umfeld von Verkehrsanlagen, geplante Schallschutzmaßnahmen) durch Messungen nicht erfassbar sind.

Diese praktischen Hemmnisse werden im raumbezogenen Schallschutz durch die durchgängige Anwendung mathematisch-physikalischer Berechnungsmodelle überwunden, die bei definierter Emission und bekannten Lagegeometrien und Ausbreitungsverhältnissen ortsbezogene Immissionspegel (meist Mittelungs- und Maximalpegel) liefern. Damit kann z. B. bei einer bestimmten Verkehrssituation auf einer Straße einem Punkt in der Umgebung ein Immissionspegel zugeordnet werden, der – bei Kenntnis und zutreffender Anwendung des Modells – jederzeit nachvollzogen und reproduziert werden kann. Dadurch ist eine praktikable Bewertung von Geräuschsituationen nach gleichen Maßstäben für Verursacher und

Betroffene sichergestellt. Die genannten Berechnungsmodelle basieren emissionsseitig i. d. R. auf langfristigen Versuchsmessungen an vergleichbaren Schallquellen, durch die die wesentlichen Einflussfaktoren der Emission – unabhängig von der Ausbreitungssituation – identifiziert und quantifiziert werden. Im Ergebnis werden dann den emittierenden Anlagen für definierte Betriebsbedingungen jeweils Schallleistungspegel oder verwandte Emissionskenngrößen (s. u., Kap. D.5.1.1.2) zugeordnet. Für die ortsbezogene Berechnung der Immissionsverhältnisse ist zusätzlich die Erfassung der Ausbreitungsverhältnisse erforderlich. Hier arbeiten die Berechnungsverfahren stets mit generalisierenden Modellen, um die Vielzahl relevanter Einflussfaktoren (s. u., Kap. D.5.1.1.3) zielführend einbeziehen zu können. Die Anwendung mathematisch-physikalischer Berechnungsmodelle für die Schallentstehung und –ausbreitung ist im Kontext raumbezogener Bewertungs- und Entscheidungsprozesse nur dann (fachlich und rechtlich) statthaft, wenn diese valide sind, d. h. für alle relevanten Immissionspunkte im Einflussbereich einer Schallquelle Immissionsdaten liefern, die denen einer Langzeitmessung mit hinreichender Genauigkeit entsprechen.

5.1.1.2 Emissionskenngrößen

Als Grundlage für die rechnerische Erfassung der Schallausbreitung ist es notwendig, ein spezifisches (entfernungsunabhängiges) Maß für die Schallabstrahlung einer Schallquelle zu definieren. Dafür geeignet ist die Schallleistung P (= power; Einheit (Watt)), die die von einer Schallquelle an die Luft abgestrahlte akustische Leistung beschreibt. Die Schallleistung ist eine Eigenschaft der Schallquelle bei bestimmten Betriebsbedingungen. Die maximale Schallleistung einer Schallquelle ergibt sich aus ihrer maschinellen Leistung und ihrem akustischen Wirkungsgrad. Dabei gilt, dass nur ein Bruchteil ihrer maschinellen (= elektrischen oder mechanischen) Leistung in Schallleistung umgesetzt wird. Selbst bei Sirenen beträgt der akustische Wirkungsgrad nur 10%. Bei Schallquellen, die nicht für die Abgabe akustischer Leistung konzipiert sind, liegt er noch wesentlich niedriger, z. B. bei Ottomotoren um 0,01% und bei Elektromotoren sogar nur bei 0,000001%. In Bezug auf das Gehör des Menschen ist es erforderlich, die Schallleistung in einen Pegel umzurechnen. Der Schallleistungspegel L_W ergibt sich durch 10er-Logarithmierung des Verhältnisses der Schallleistung zur Schallleistung der Hörschwelle P_0. Verzehnfacht trägt er die Einheit Dezibel (dB).

$$L_W = 10 \times \lg (P^2 / P^2_0) \text{ [dB]}$$

Der Schallleistungspegel ist keine „hörbare“ Größe, sondern nur die rechnerische Basis (Emissionsmaß) für die Bestimmung von Schallpegeln in bestimmten Abständen zur Schallquelle, z. B. dem in DIN 45630 normierten Schallintensitätspegel:

$$L_I = 10 \lg \left(\frac{I}{I_0} \right) dB$$

mit I = gemessene Schallintensität
$I_o = 10^{-12}$ W/m² (Hörschwelle 0 dB)

Für die Beschreibung der Schallausbreitungsprozesse wird im Weiteren auf den Schallintensitätspegel als energetisch abgeleitetes Maß zurückgegriffen. Der Schalldruckpegel als 10-facher Logarithmuswert des Schalldrucks zum Schalldruck der Hörschwelle ergibt identische Werte. Beide Begriffe können daher in diesem Zusammenhang synonym verwendet oder unter dem Begriff „Schallpegel" subsumiert werden.

5.1.1.3 Einflussfaktoren der Schallausbreitung

Ist eine Schallquelle aktiv, d. h. gibt sie eine Schallleistung ab, ist innerhalb ihrer akustischen „Reichweite" ein Schall hör- bzw. messbar. Das Verhältnis zwischen der emittierten Schallleistung und der Intensität des daraus resultierenden Schallereignisses an einem Immissionsort, d. h. einem Punkt in der Umgebung der Schallquelle, ist von etlichen Einflussfaktoren abhängig, die die Schallausbreitung zu einem sehr komplexen Phänomen machen.

Ein die wesentlichen Faktoren berücksichtigendes Modell für die Schallausbreitung führt zu folgendem Zielterm für die Bestimmung des Schallpegels an einem Immissionsort. Für nähere Angaben zur Schallausbreitung wird auf die Norm DIN ISO 9613-2 verwiesen.

$$L_S = L_w - D_S - D_L - D_{B-} D_M - D_E + D_R$$

mit
L_S = Resultierender Schallpegel am Immissionsort
L_w = Aktiver Schallleistungspegel der Schallquelle
D_S = Geometrische Ausbreitungsdämpfung (Energiedichteverlust)
D_L = Luftabsorptionsdämpfung
D_B = Boden- und Bewuchsdämpfung
D_M = Meteorologiedämpfung
D_E = Einfügungsdämpfung von Schallschirmen (Abschirmung)
D_R = Erhöhung durch Reflexionen

Die genannten Einflussfaktoren lassen sich wie folgt kategorisieren:

- D_S ist eine feste physikalische Größe (Energieerhaltung).
- D_E und D_R sind (sofern bewegliche Gegenstände ausgeblendet werden) stabile Größen, so lange die Umgebung der Schallquelle nicht baulich verändert wird.
- D_B verändert sich im jahreszeitlichen Verlauf mehrfach.
- D_M und D_L verändern sich kurzfristig, d. h. zeigen einen dynamischen Verlauf. Das gilt auch für D_E und D_R, soweit bewegliche Gegenstände wie Fahrzeuge einbezogen werden.

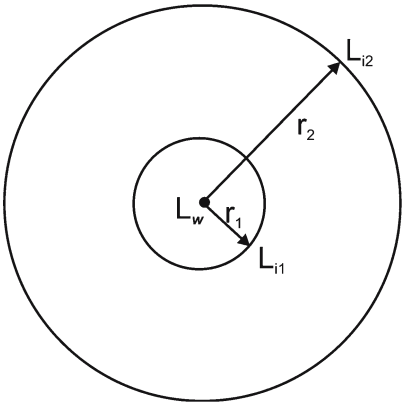
5.1.1.4 Modellierung, Langzeitbetrachtung, Prognose

Die rechnerische Erfassung von Schallausbreitungsvorgängen erfordert es, die genannten maßgeblichen Dämpfungsfaktoren möglichst vollständig einzubeziehen. Das ist zwar grundsätzlich denkbar, führt aber ohne wesentliche Vereinfachungen zu einem sehr hohen Aufwand. Versucht man nämlich, den Schallpegel an einem Immissionsort (bei bekannter Schallleistung) für einen bestimmten Zeitpunkt präzise zu erfassen, steht man vor dem (unlösbaren) Problem, die Dämpfungsfaktoren vollständig zu ermitteln und dabei insbesondere den Zustand der dynamisch veränderlichen Faktoren (wie die Meteorologiedämpfung) zum Prognosezeitpunkt zu prognostizieren. Grundsätzlich ist es auch möglich, die für den (momentanen) Schallpegel bestehenden Dämpfungen auf Pegelkriterien, die einen längeren Zeitraum abbilden sollen (z. B. den energieäquivalenten Mittelungspegel), anzuwenden. Auch dann ist es notwendig, die veränderlichen Dämpfungsfaktoren einzubeziehen. Dadurch ist es im Ergebnis nicht möglich, ortsbezogene Schallpegel für bestimmte Zeitpunkte und Zeiträume präzise zu prognostizieren. Es wird immer notwendig sein, in erheblichem Umfang Annahmen und Vereinfachungen für die Dämpfungsbedingungen zu treffen. Das ist bei langfristigen Beurteilungszeiträumen grundsätzlich einfacher als bei kurzfristigen Schallprognosen.

5.1.2 Geometrische Ausbreitungsdämpfung

5.1.2.1 Punktschallquellen

Ohne Hindernisse und Dämpfungen breitet sich der Schall einer Punktschallquelle kugelförmig (von innen nach außen) aus. Die „Energiedichte“ (Intensität; Einheit (Watt/qm)) der Schallwelle nimmt mit zunehmender Entfernung von der Schallquelle ab, da sich die durchströmte Fläche erhöht. Maßgeblich für die verbleibende Schallintensität an einem Punkt in der Entfernung r von der Schallquelle ist die Fläche, die die Schallwelle in dieser Entfernung durchströmt.



Bei der kugelförmigen Ausbreitung erhöht sich die maßgebliche durchströmte Fläche entfernungsabhängig in dem Maße, in dem sich die Oberfläche der abgedeckten Kugel vergrößert. Die Schallintensität I an einem Punkt mit der Entfernung r von einer Schallquelle mit der Schallleistung P beträgt damit

$$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

Vergleicht man die Schallintensitäten zweier Punkte in unterschiedlicher Entfernung von der Schallquelle miteinander, ergibt sich daraus folgendes Verhältnis:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^{\,2}}{r_1^{\,2}}$$

Eingesetzt in das Formelwerk zur Definition des Schallintensitätspegels ergibt sich

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 10 \lg\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 10 \lg\left(\frac{r_2^2}{r_1^1}\right) = 20 \lg\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

Setzt man Zahlen ein, ergibt sich für jede Abstandsverdopplung ein Dämpfungsverlust von rund 6 dB bzw. dB(A).

Um den Schallintensitätspegel L_I an einem Ort mit dem Abstand r von der Schallquelle aus deren Schallleistungspegel zu errechnen, muss die Bezugsentfernung $r_0 = 1$ m einbezogen werden:

$$L_I = L_w - 10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot r^2}{r_0^2}\right) = L_w - 20 \cdot \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) - 11\,\text{dB}$$

d. h.: $L_I = L_W - 20 \lg (r) - 11$ dB

In einem Meter Entfernung ist damit der Schallpegel einer Punktschallquelle um 11 dB geringer als ihr Schallleistungspegel. Diese Umrechung ist nur funktionsfähig, wenn die Ausdehnung der Schallquelle im Vergleich zur betrachteten Entfernung wirklich auf einen „Punkt“ reduziert werden kann. In der Praxis führt dies zu Problemen; etwa dann, wenn der von einem Auto verursachte Schalldruckpegel in geringer Entfernung (< 5m) aus seinem Schallleistungspegel errechnet werden soll. Dann ist die Ausdehnung der Quelle größer als die Entfernung, kann also nicht auf einen Punkt reduziert werden. In solchen Fällen müsste die aggregierte Schallquelle „Auto“ in ihre emittierenden Einzelbestandteile zerlegt werden.

5.1.2.2 Linienschallquellen

Linienschallquellen sind addierte bewegliche Punktschallquellen auf Linien im Raum (z. B. Straßen, Schienen, Flugrouten). Der Schallpegel an einem Immissionsort ergibt sich damit als Summe der einwirkenden Einzelpegel,

die jeweils von unterschiedlich weit gealterten Schallwellen verursacht werden. Aggregiert man diese Einzelpegel rechnerisch, zeigt sich keine kugelförmige Ausbreitung mehr, sondern eine zylindrische Ausbreitung senkrecht zur Linienachse. Die Oberfläche eines Zylinders wird nach der Formel A = (2πr l) berechnet. Damit gilt analog zur Punktschallquelle:

$$\Delta L = 10\lg\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 10\lg\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

Bei Linienschallquellen beträgt der Verlust in der Ausbreitung nur die Hälfte des Werts für Punktschallquellen, also rund 3 dB je Entfernungsverdopplung. Dieser Ausbreitungsterm ist nur für lange gerade Linien funktionsfähig. Sind Linien nicht gerade, müssen sie rechnerisch in ungefähr gerade Abschnitte zerlegt werden.

5.1.3 Absorption und Reflexion

Trifft eine Schallwelle auf ein Hindernis, wird sie absorbiert oder reflektiert. Der resultierende Effekt hängt davon ab, ob das Hindernis „schallhart" (d. h. reflektierend) oder absorbierend ist. Die meisten Materialien sind teilabsorbierend, d. h. ein bestimmter Anteil der Schallwelle wird reflektiert, ein Teil wird absorbiert. Die Absorption einer Schallwelle verändert die Schallintensität im Ausbreitungsraum zwischen Schallquelle und Hindernis nicht, sondern wirkt sich nur hinter dem Hindernis als verminderte Schallintensität aus. Bei der Reflexion an schallharten Körpern erhöht sich die Schallintensität zwischen Schallquelle und Hindernis (Reflektor). Rechnerisch lassen sich Reflexionen durch die Konstruktion von sog. Spiegelschallquellen modellieren. Dabei wird die primäre Schallquelle am Hindernis gespiegelt; die durch die Sekundärquelle ergebende Schallintensität wird zur primären Schallintensität hinzuaddiert. Dadurch ergibt sich bei vollständiger Reflexion ein um 3 dB (=doppelte Intensität) erhöhter Schallpegel unmittelbar vor dem Hindernis. Bei teilabsorbierenden Hindernissen reduziert sich die Schallintensität der Spiegelquelle entsprechend.

Die Modellierung von Reflexionsvorgängen erfordert erhebliche Vereinfachungen, vor allen Dingen in drei Punkten:

Komplexität der Reflektoren: Die in der (natürlichen und gebauten) Umwelt auftretenden Reflektoren zeichnen sich regelmäßig durch eine hohe geometrische Komplexität und differenzierte Reflexionseigenschaften aus (z. B. eine einfache Hausfassade aus Mauerwerk, Putz und Glas mit Rücksprüngen an Türen und Fenstern und Vorsprung am Dachüberstand; Dachziegel). Auch ist meist eine Vielzahl „kleiner" Reflektoren im Raum vorhanden (Verkehrsschilder, Haltestellenhäuschen, ...).

Mehrfachreflexionen: Schallausbreitungen in der Umwelt treffen regelmäßig nicht nur auf einen, sondern auf mehrere Reflektoren. Liegen diese eng beieinander (z. B. in einer Straßenschlucht oder gar einem Tunnel), treten Mehr-

fachreflexionen auf, d.h. es entsteht eine Art „Domino-Effekt", bei der eine bereits reflektierte Schallwelle auf das nächste Hindernis trifft, wieder auf das erste Hindernis geworfen wird usw. Obwohl sich die Energiedichte durch die geometrische Ausbreitungsdämpfung laufend reduziert, können Mehrfachreflexionen an eng bebauten Straßen bis ins zehnte Glied messbar sein.

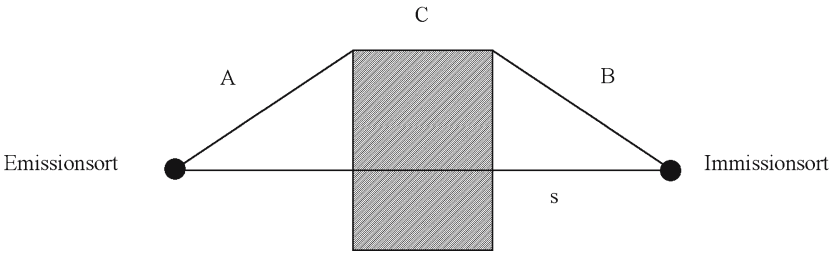
Temporäre Hindernisse: Absorption und Reflexion finden auch an Hindernissen statt, die nur temporär an einem Ort vorhanden sind bzw. sich sogar im Raum bewegen. Eine hohe Bedeutung haben dabei Fahrzeuge (Beispiele: KFZ auf straßenbegleitenden Parkstreifen, stehende Züge auf Abstell- oder Überholgleisen).

Wollte man dies alles berücksichtigen, wäre ein kaum beherrschbarer Modellierungs- und Rechenaufwand die Folge, der in keinem Verhältnis zum Aussagewert der Ergebnisse stünde, besonders unter Einbeziehung der dynamisch veränderlichen Komponenten. Deswegen enthalten alle Regelwerke zur Berechnung und Beurteilung von Geräuschen Komplexitätsreduktionen und damit präzisionsreduzierende Einschränkungen (Stopp-Bedingungen) bei der Berücksichtigung von Reflexionen. Problematisch daran ist, dass diese Stopp-Bedingungen weder eindeutig ableitbar noch als herrschende Meinung fachliche Konvention sind und sich zudem ihrer Natur nach nie vollständig algorithmisieren lassen. Das betrifft insbesondere die Generalisierung der Hindernisgeometrien und die Berücksichtigung von Mehrfachreflexionen. Daher sind auch bei Anwendung identischer Regelwerke kleinere Ergebnisunterschiede von Bearbeiter zu Bearbeiter und nach Lage der Einzelheiten des Sachverhalts möglich.

5.1.4 Abschirmung und Beugung

Hindernisse führen durch Absorption und/oder Reflexion dazu, dass hinter ihnen ein Schallschatten entsteht (Abschirmung). Der Schallschatten ist mit dem geometrisch klar abgegrenzten Lichtschatten nicht vergleichbar, sondern durch komplexe Druckströmungsvorgänge (Beugung) gekennzeichnet, die seine Berechnung erschweren. Durch eine Beugungskante wird die Oberflächenspannung der Wellenfront (Kugel/Zylinder) aufgebrochen. Dadurch erhöht sich die Bewegungsfreiheit der schwingenden Luftmoleküle an der Beugungskante. Folge ist die Entstehung von Sekundärwellen und Turbulenzen.

Insbesondere die Frequenz(zusammensetzung) der gebrochenen Schallwellen ist für die konkreten Beugungsverhältnisse an einem Hindernis maßgeblich. Auch die meteorologischen Verhältnisse (Luftbewegung) wirken ein. Bei konstanten Frequenz- und Meteorologieverhältnissen ist die Schallpegelminderung hinter dem Hindernis von dessen Schirmwert z abhängig. Dieser Schirmwert bezeichnet die Wegdifferenz zwischen der direkten Verbindung von Emissions- und Immissionsort sowie dem durch das Hindernis bedingten Umweg zwischen beiden Orten. Der Schirmwert z ist geometrisch ermittelbar.



Demnach ist der Schirmwert $z = A + B + C - s$. Weil der geometrische Umweg (Schirmwert z) meist relativ gering ist, reicht es nicht aus, ihn abzuschätzen; Schirmwerte sind immer zu berechnen. Zu Schallschutzzwecken werden häufig sehr „dünne" Schallschirme (Lärmschutzwände) eingesetzt. Bei diesen Schallschirmen entfällt die Komponente C, außerdem findet im Gegensatz zu Schallschirmen größerer Tiefe nur eine Beugung statt. Zur Berechnung des spezifischen Abschirmmaßes eines Hindernisses in dB existieren auf Grundlage der Beugungstheorie unterschiedliche Berechnungsansätze, die jeweils den Schirmwert z, die Frequenzeigenschaften und die meteorologischen Verhältnisse berücksichtigen. Um die konkrete Schirmwirkung eines Hindernisses, d. h. die Pegelreduktion, an einem Punkt zu berechnen, müssen dessen Höhen- und Abstandsverhältnisse bekannt sein. Es ist zu berücksichtigen, dass sich nahe der Sichtlinie Emissionsort–Beugungskante–Immissionsort (z ungefähr = 0) eine turbulente Zone ausbildet, für die andere Beugungsbedingungen gelten als für den eigentlichen Schallschatten.

5.1.5 Zeitveränderliche Einflussfaktoren

5.1.5.1 Luftabsorption

Bei der Ausbreitung von Schallwellen wird ein Anteil der Schallenergie durch Reibung in Wärmeenergie umgewandelt (Luftabsorption) und geht damit der Schallwelle „verloren". Hohe Frequenzen sind stärker von der Luftabsorption betroffen als niedrige, weil sie auf gleichen Ausbreitungswegen eine größere Anzahl von Schwingungsbewegungen durchführen. Der Grad der Luftabsorption ist außerdem von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit abhängig. Der Einfluss der Luftabsorption ist erst bei Ausbreitungswegen über 200 m hörbar und insgesamt verhältnismäßig gering. Die Regelwerke zur Berechnung und Beurteilung von Geräuschen vernachlässigen teilweise die Luftabsorption, teilweise arbeiten sie mit Korrektur-Koeffizienten in unterschiedlicher Höhe.

5.1.5.2 Boden und Bewuchs

Die Bodeneigenschaften (insbesondere die Rauigkeit der Oberfläche) und der Bewuchs haben Einfluss auf die Schallausbreitung. Bei sehr schallharten Bodenoberflächen (z. B. Beton) wirkt der Boden als Reflektor, bei dichtem Bewuchs (z. B. Gras) fast vollständig absorbierend.

Bei Pflanzen kumulieren Durchlässigkeit, Absorption und diffuse Reflexion (Streuung) zu einem höchst uneinheitlichen und veränderlichen Einfluss auf die Schallausbreitung. Bei der Modellierung von Schallausbreitungsvorgängen müssen diese Faktoren berücksichtigt werden. Eine detaillierte Einbeziehung scheidet von vornherein aus; die Regelwerke enthalten daher im Regelfall Korrektur-Koeffizienten mit erheblichen Vereinfachungs- und Generalisierungsansätzen (z. B. pauschale Zu- und Abschläge).

5.1.5.3 Einflüsse (Wind und Temperatur)

Hohen, aber nur kurzfristigen Einfluss auf die Schallausbreitung haben meteorologische Einflüsse, die zu Luftbewegungen führen. Die zuvor beschriebene Ausbreitungsrechnung geht davon aus, dass die durch Energieeinsatz erzeugte Schallwelle die einzige Bewegung des Trägermediums Luft darstellt, die Luft sich also ansonsten statisch verhält. Dies ist in der Umwelt praktisch nie gegeben, sondern die Luft bewegt sich sowohl vertikal als auch horizontal. Dadurch „verdriften" die der Luft überlagerten Schallwellen, und die Schallintensität ist an manchen Stellen höher als nach der Ausbreitungsrechnung zu vermuten, an anderen Stellen niedriger.

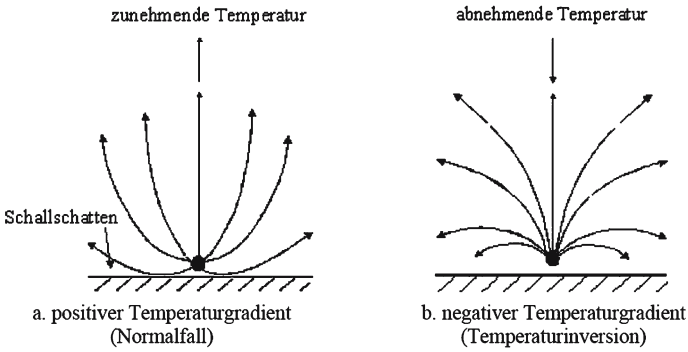


Abb. D.67a: Vertikale Verdriftung

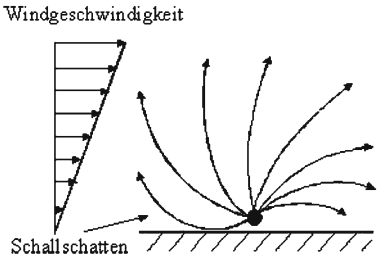


Abb. D.67a: Horizontale Verdriftung

Die größten meteorologisch bedingten Schallschatten ergeben sich durch starken Gegenwind, der zu Pegelabnahmen bis zu 10 dB(A) führen kann. Andererseits verursachen Mitwindverhältnisse Schallpegelveränderungen bis zu 3 dB(A) Zunahme.

Die praktische Relevanz meteorologischer Einflüsse ist hoch. Aus diesem Grund wird bei einigen Verfahren zur Langzeitmittelung von Geräuschen die Windrichtungs- und -stärkenverteilung einbezogen. Basis dafür sind die langfristigen Mittel der Windrichtungen und -geschwindigkeiten im Ausbreitungsraum. Ob sich durch eine derartige Berücksichtigung meteorologischer Faktoren der errechnete Mittelungspegel den tatsächlich messbaren Verhältnissen wirklich annähert, ist zu bezweifeln, da besonders im Siedlungsraum nicht von stabilen Windrichtungen, sondern von komplexen und kleinräumig differenzierten Strömungsverhältnissen ausgegangen werden muss. Für diese Strömungen existieren zwar mathematisch-physikalische Modelle, ihre Verknüpfung mit Schallausbreitungsmodellen ist jedoch forschungsbezogen ein weitgehend unerschlossenes Feld.

5.2 Konzepte zur akustischen Beurteilung von Verkehrsgeräuschen

5.2.1 Frequenzbewertung

Das menschliche Gehör ist nicht in allen Frequenzbereichen gleich empfindlich. Die größte Empfindlichkeit erreicht es in einem Frequenzbereich von 1000 bis 4000 Hz. Darüber und darunter nimmt die Empfindlichkeit mit der Folge ab, dass Schallereignisse mit identischer Schallintensität unterschiedlich stark wahrgenommen werden und unterschiedlich wirken. Dieser Umstand führte zu der Folgerung, dass neben dem energetisch bestimmten Schallintensitätspegel ein wahrgenommener „Lautstärkepegel“ benötigt wird, der im Wesentlichen frequenzabhängig ist. Um dieser Überlegung zu entsprechen, wird der (physikalische) Schallintensitätspegel korrigiert. Da das menschliche Gehör bei unterschiedlichen Größenordnungen der Schallintensität abweichende Frequenzwahr-nehmungen zeigt, werden über mehrere international genormte Bewertungskurven (A bis D nach Norm DIN IEC 651 bzw. DIN 45633) die jeweiligen Schallintensitäten durch Pegelzu- und -abschläge verändert. Für Geräusche, die unregelmäßig aus mehreren Frequenzen zusammengesetzt sind, setzt die Frequenzbewertung eine Zerlegung in Frequenzanteile durch elektronische Filter (bei Messgeräten) bzw. durch recht aufwendige mathematische Zerlegung (bei Berechnungsmodellen) voraus. Für Umgebungsgeräusche wird inzwischen stets die Bewertungskurve A herangezogen. Da diese auf 30 dB normiert ist, ist das Bewertungsverfahren bei sehr niedrigen bzw. hohen Pegeln nicht präzise. Für die im Bereich von 20 bis 70 dB liegenden Umgebungsgeräusche gilt die Abweichung jedoch als vertretbar gering. Die A-Kurve führt für ausgewählte Frequenzen zu folgenden Zu- und Abschlägen:

Hz	A-Bewertung in dB
31,5	-39,4
63	-26,2
125	-16,1
250	- 8,6
500	- 3,2
1.000	0
2.000	+ 1,2
4.000	+ 1,0
8.000	- 1,1
16.000	- 6,6

In der Fachdiskussion wird in den letzten Jahren die Aussagekraft der bereits über 100 Jahre alten Frequenzbewertungskurven für die Lästigkeitsbeurteilung von Geräuschen verstärkt angezweifelt. Dabei wird vor allem darauf verweisen, dass die „Lautheit“ eines Geräuschs neben der Intensität und Frequenzzusammensetzung insbesondere von der Zeitstruktur des Geräuschs (beschrieben u. a. durch Rauigkeit, Häufigkeit, periodische Wiederholungs-struktur, Pegeländerungsgeschwindigkeiten) und dem tonalen Charakter abhängt. Daraus wird geschlussfolgert, dass künftige Berechnungsverfahren nicht mehr mit Frequenzbewertungskurven arbeiten, sondern diese Geräuscheigenschaften in neuartigen Bewertungsalgorithmen berücksichtigen sollten (Zwicker, Fastl 1999). Konsensfähige und eingeführte Modelle hierzu existieren jedoch noch nicht.

5.2.2 Momentan- und Langzeitbeurteilung

Die durch den Betrieb von Verkehrsanlagen verursachten Geräuschimmissionen können an beliebigen Orten messtechnisch mit hoher Genauigkeit erfasst oder – mit den genannten Generalisierungen – berechnet werden. Für den praktischen Schallschutz sind die so ermittelten momentanen Schalldruckpegel wenig aussagefähig, denn unter Umweltbedingungen schwanken Verkehrsgeräusche nach Intensität und Frequenzzusammensetzung ganz erheblich bzw. treten überhaupt nur zeitweise auf (z. B. bei zeitlichen Betriebsbeschränkungen). Daher ist der verkehrsbedingte Momentanschallpegel an den meisten Immissionsorten stark veränderlich und uneinheitlich. Ein Rückschluss auf die langfristige Situation an einem Immissionsort, die maßgeblich für dessen Qualitätsbeurteilung unter Gesichtspunkten des Schallschutzes ist, ist dadurch kaum möglich.

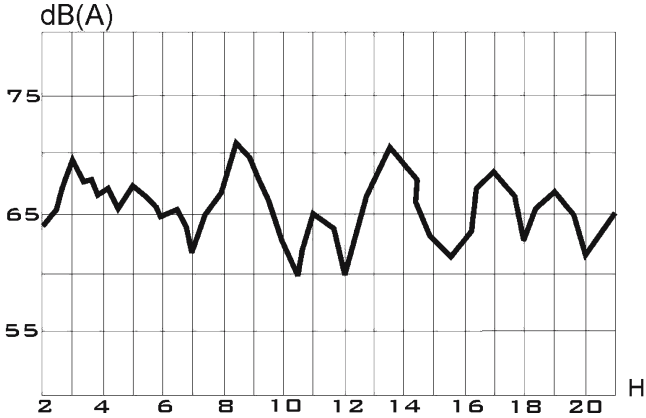


Abb. D.68: Beispiel: Generalisierter Schallpegel-Mitschrieb über 18 Stunden

Für Zwecke der raumbezogenen Geräuschbeurteilung sind daher Deskriptoren unabdingbar, die die Geräuschsituation an einem Ort über einen längeren Zeitraum beschreiben. Um handhabbare Beurteilungen (und darauf aufbauende Regulierungen der Geräuschsituation) zu ermöglichen, sollte die Zahl dieser Deskriptoren möglichst gering sein, idealerweise soll die Geräuschsituation mit einem „Einzahlenwert" beschrieben werden. Das ist besonders schwierig, wenn Geräusche zeitlich stark schwanken und/oder uneinheitlich sind.

5.2.3 Schallpegel-Mittelung

5.2.3.1 Ansatzpunkte

Wichtige Langzeit-Deskriptoren für Geräuschsituationen sind sog. Mittelungspegel Lm, bei denen der „Durchschnitt" veränderlicher Schallpegel über einen bestimmten Zeitraum gebildet wird. Damit soll eine schwankende Geräuschbelastung mit nur einer Zahl gekennzeichnet werden; auffällige Einzelereignisse bleiben dabei dem Grunde nach unberücksichtigt.

Da Geräusche kurzfristige Wellenereignisse sind und nicht akkumulieren, ist die Bildung eines Mittelwerts über die Zeit nicht „objektiv" ableitbar, sondern ein Beurteilungsvorgang, bei dem auch Überlegungen zur Zweckmäßigkeit der Bildungsregel einfließen müssen. Das lässt sich an folgendem Beispiel zeigen:

Beispiel: Mittelung über eine Stunde

60 min x 60 dB(A)		L_m = 60 dB(A)
a) 30 min x 120 dB(A);	30 min x 0 dB(A)	L_m = ? dB(A)
b) 30 min x 70 dB(A);	30 min x 0 dB(A)	L_m = ? dB(A)
c) 30 min x 63 dB(A);	30 min x 0 dB(A)	L_m = ? dB(A)

Für alle Fälle lässt sich argumentativ ein Lm von 60 dB(A) herleiten. Bei Fall a) wird das arithmetische Mittel der Schallpegel gebildet, bei Fall b) wird mit der Momentanwahrnehmung argumentiert („doppelt so laut, halb so lang"), bei Fall c) mit der Energie („doppelte Schallintensität, halb so lang"). Dazwischen sind beliebig viele Konstruktionen denkbar, die sich jeweils im sog. „Halbierungsparameter" q unterscheiden, der aussagt, wie sich der Mittelungspegel bei Halbierung der Einwirkzeit eines Geräuschs verändert (Fall b): q = 10; Fall c): q=3).

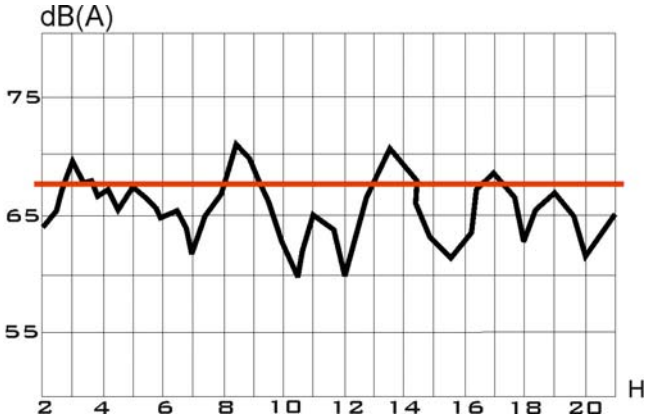
5.2.3.2 Energieäquivalente Mittelung

Weitgehend durchgesetzt hat sich die energieäquivalente Mittelung, weil sie schalldosisorientiert ist und im Rechenansatz die wahrgenommene Intensität mit der Zeit verknüpft. Damit soll das Belastungsempfinden des Menschen zumindest im Ansatz wiedergegeben werden. Die Verdoppelung bzw. Halbierung der Einwirkzeit eines Geräusches wird wie die Erhöhung bzw. Verringerung seines Schallpegels um 3 dB(A) bewertet (q=3), das Ergebnis wird als „energieäquivalenter Dauerschallpegel" (DIN 45641; mit A-Bewertung ISO 1996-2) bezeichnet:

$$L_m = 10\lg\left[\frac{1}{T}\int_0^T 10^{0,1\cdot L(t)}\cdot dt\right] dB$$

mit T = Durchmesser
L(t) Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Zeit t

Diese Mittelungsmethode führt dazu, dass laute Einzelgeräusche nicht etwa „weggemittelt" werden, sondern im Gegenteil wegen ihres hohen Energieniveaus besonders stark durchschlagen. Ein einstündiges Dauergeräusch von 50 dB(A) ist beim energieäquivalenten Mittelungskonzept ungefähr einem 15 Sekunden langen Einzelgeräusch von 75 dB(A) gleichgesetzt. Demgemäß bewegt sich der energieäquivalente Dauerschallpegel eines



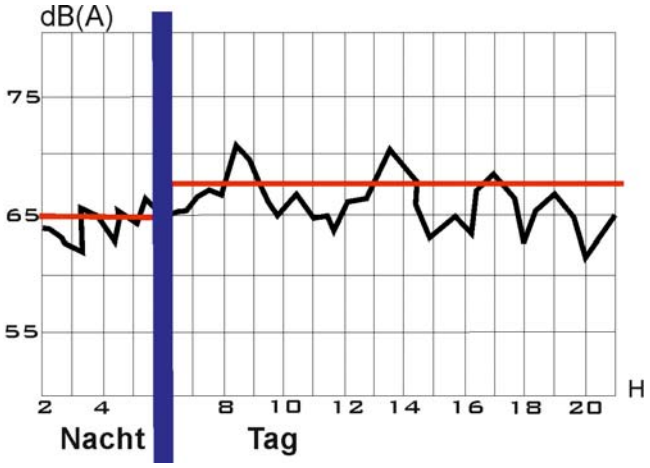
schwankenden Geräuschs tendenziell im oberen Bereich der während des Mittelungszeitraums auftretenden Momentanpegel. Dies zeigt auch der für das oben bereits angeführte Beispiel ermittelte energiäquivalente Dauerschallpegel.

5.2.3.3 Abweichungen vom Energieäquivalenz-Konzept

Auch wenn energieäquivalente Dauerschallpegel das gängigste Beurteilungskriterium für Umgebungslärm darstellen, bestehen doch erhebliche Zweifel an seiner Aussagefähigkeit für alle Bereiche der Verkehrsgeräusche. Relativ unproblematisch ist seine Anwendung bei eher gleichmäßigen Pegelverläufen, z. B. an großen Fernstraßen. Je unstetiger jedoch der Geräuschverlauf wird, desto unzutreffender scheint der energetisch gemittelte Pegel das menschliche Empfinden wiederzugeben: Bei Schallquellen, die durch wenige Spitzen und dazwischen liegende längere Ruhephasen gekennzeichnet sind (v. a. Eisenbahnstrecken), ergeben sich im Vergleich zu Straßen sehr hohe energieäquivalente Mittelungspegel. In solchen Fällen wird – fachlich sehr umstritten – z. T. mit abweichenden Mittelungskonzepten gearbeitet. Beispiele dafür sind die Eisenbahnen (16. BImSchV) mit einem sog. „Schienenbonus“ in Höhe von 5 dB(A) auf den rechnerisch ermittelten energieäquivalenten Dauerschallpegel. und der Luftverkehr (Luftverkehrsgesetz), bei dem bislang ein abweichender Halbierungsparameter q=4) angewandt wurde. Die so erzeugten „Mittelungspegel“ sind mit energieäquivalenten Dauerschallpegeln i S. d. DIN 45641 nicht vergleichbar.

5.2.4 Beurteilungszeiträume

In den Mittelungspegel gehen Intensität und Dauer jedes in die Pegelbildung einbezogenen Geräuschs innerhalb des beurteilten Zeitraums ein. Um tatsächlich ein realitätsnahes Bild über die langfristige Geräuschsituation zu erhalten, müssen längere Zeiträume betrachtet werden – bei Straßen z. B.



wird ein Mittelwert über alle Tage des Jahres berechnet. Abhängig vom Zweck der Pegelmittelung kann es sinnvoll sein, den Wochen- und/oder Tagesgang eines Geräuschverlaufs einzubeziehen. Hierfür gibt es unterschiedlichste Konzepte. Z. B. wird bei Straßen unabhängig vom Wochentag in Tag (6–22 Uhr) und Nacht (22–6 Uhr) unterschieden. Bei Sportanlagen wird feiner differenziert: Dort gehen auch Ruhezeiten und -tage ein. Im folgenden Beispiel wird der Mittelungspegel – wie bei Straßen üblich – für den Tages- und den Nachtzeitraum getrennt ermittelt.

5.2.5 Weitere Beurteilungsfaktoren

Aufbauend auf dem Mittelungspegel sind zahlreiche weitere Adaptionsschritte möglich, die jeweils – bezogen auf eine Geräuschart – eine möglichst wirkungsgerechte Beurteilung sicherstellen sollen. Der so angepasste Pegel wird als „Beurteilungspegel" bezeichnet und ist keine physikalisch ableitbare Größe mehr.

5.2.5.1 Gewichtete Aggregation über die Beurteilungszeiträume

In einzelnen Regelwerken, z. B. in der Umgebungslärmrichtlinie der EU und den Berechnungsvorschriften zum Fluglärmschutzgesetz, wird der Mittelungspegel für verschiedene Tag- und Nachtzeiträume getrennt ermittelt und danach zu einem Gesamtwert aggregiert. Dabei werden den Mittelungspegeln abhängig von der Tageszeit Zuschläge hinzugerechnet, die die höhere Empfindlichkeit bestimmter Zeiträume abbilden sollen. Ziel der gewichteten Aggregation ist es, einen möglichst wirkungsgerechten, von der zeitlichen Verteilung der Geräusche unabhängigen Einzahlenwert für die von einer oder mehreren Quellen verursachten Geräuschimmission zu gewinnen.

Beispiel

EU-Umgebungslärmrichtlinie (RL 2002/49/EG)

Pegelkriterium L_{den} (den= day-evening-night): Beim L_{den} werden energieäquivalente Dauerschallpegel für die Zeiträume 7–19 Uhr (Tag), 19–23 Uhr (Abend) und 23–7 Uhr (Nacht) gebildet. Zur Bildung des L_{den} für den gesamten Tag werden dem Abendpegel 5 dB(A) und dem Nachtpegel 10 dB(A) zugeschlagen. Dann werden die drei Pegel wie folgt energieäquivalent gemittelt:

$$L_{den} = 10\lg\frac{1}{24}\left[12*10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4*10^{\frac{L_{evenening}+5}{10}} + 8*10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right]$$

5.2.5.2 Repräsentative (stellvertretende) Beurteilungszeiten

Ein vor allem für Gewerbegeräusche (TA Lärm) und dabei auch für den Verkehr auf Betriebsgeländen angewandtes Konzept ist das Heranziehen stellvertretender Zeiträume für den gesamten Beurteilungszeitraum. So bestimmt die TA Lärm für den Nachtzeitraum, dass der Pegel nicht über die

gesamte Nacht gemittelt, sondern nur die lauteste Stunde der Nacht zur Beurteilung herangezogen wird. Die lauteste Stunde steht dann stellvertretend für den Rest der Nacht. Durch dieses Konzept erhält das Einzelereignis im Nachtzeitraum ein noch stärkeres Gewicht als durch die energieäquivalente Mittelung über den gesamten Zeitraum.

5.2.5.3 Zu- und Abschläge für Verlaufseigenschaften

Mit vielfältigen Zu- und Abschlägen können besondere Eigenschaften des Geräuschverlaufs berücksichtigt werden, die sich verstärkend oder mindernd auf die Geräuschwahrnehmung des Menschen auswirken. Eine bedeutende Anwendung dieses Konzepts sind die Zuschläge für die Impulshaltigkeit von Geräuschen im Gewerbebereich. Zur Beschreibung impulshaltiger Schallsituationen wird i. d. R. auf das Konzept des Taktmaximalpegels (Maximalpegel in Zeitintervallen (Takten) von fünf Sekunden Dauer) zurückgegriffen, bei denen jeweils das Taktmaximum dem Mittelungspegel des Zeitintervalls gleichgesetzt wird. Im Verkehrssektor findet sich als Beispiel insbesondere der sog. Knotenpunktzuschlag für Straßen: Ausgehend von der Überlegung, dass schnelle Schallpegeländerungen durch bremsende und anfahrende Fahrzeuge besonders lästig sind, sieht die 16. BImSchV an Ampelkreuzungen und Einmündungen einen pauschalen Zuschlag von 5 dB(A) auf den Mittelungspegel vor.

5.2.5.4 Zu- und Abschläge für besondere Geräuscheigenschaften

Viele Geräusche bewirken aufgrund ihrer besonderen Charakteristik eine besonders intensive Schallwahrnehmung, die auf die „Auslegung“ des menschlichen Gehörs auf bestimmte Schallsituationen zurückzuführen ist (Psychoakustik).

Beispiele:

Tonhaltigkeit: Enthält ein Geräusch einen einzelnen deutlich wahrnehmbaren Ton oder mehrere tonale Komponenten, so spricht man von Tonhaltigkeit. In der Regel verstärken tonhaltige Geräusche den Schalleindruck.
(Beispiele: Pfeifen, Sirenen)

Informationshaltigkeit: Besonders intensiv werden Geräusche wahrgenommen, die Informationen enthalten, welche sich nicht auf den Wahrnehmenden beziehen.
(Beispiele: Entfernte Lautsprecher)

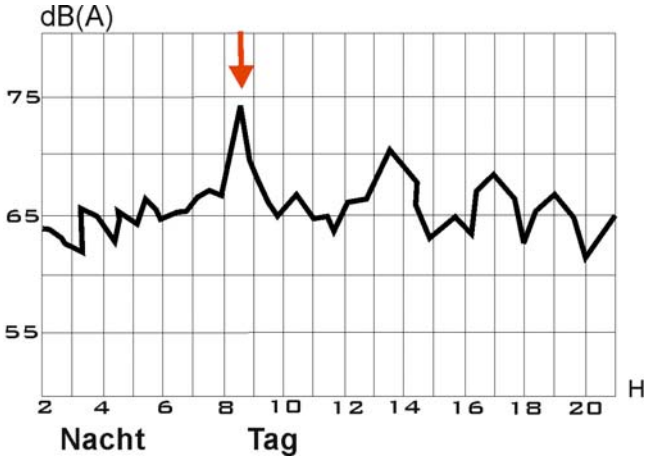
Es ist offensichtlich, dass entsprechende Geräuscheigenschaften auch bei Verkehrslärmquellen auftreten. Dennoch finden sie sich im deutschen Regelwerk nicht explizit wieder. Wahrnehmungsfaktoren werden durch besondere Zu- oder Abschläge nur in anderen Bereichen, insbesondere Gewerbe-und Sportanlagen, berücksichtigt.

5.2.6 Ergänzende Pegelkriterien zur Langzeitbeurteilung

Da die energieäquivalente Mittelung besonders bei sehr diskontinuierlichen Geräuschverläufen den oben genannten Zweifeln begegnet, sind weitere Pegelkriterien heranzuziehen, mit denen über die reine Mittelung hinaus weitere Charakteristika von Geräuschsituationen erfasst werden können.

5.2.6.1 Maximalpegel

Der Maximalpegel beschreibt die im Beurteilungszeitraum auftretende Belastungsspitze. Die Kenntnis dieses Werts ist bei ungleichmäßigen Pegelverläufen wichtig, besonders im Nachtzeitraum (→ Aufweckschwelle).

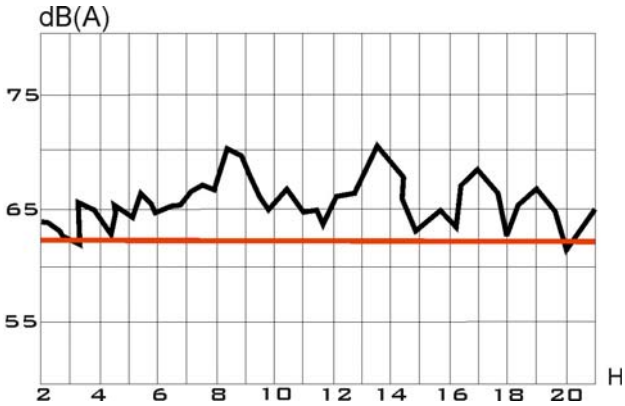


Im gewerblich-industriellen Bereich (Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Lärm) gehen Vorgaben zum Maximalpegel in die Anlagengenehmigung ein. Das erfasst auch Verkehrsbewegungen auf dem Betriebsgelände. Im Regelwerk für den Verkehr auf öffentlichen Anlagen finden sie sich nicht, obwohl sie gerade beim Eisenbahnverkehr Aufschluss über die Belastungscharakteristik geben könnten. (Beispiel: Verkehren im Nachtzeitraum zehn leise Regionalzüge oder ein lauter Güterzug? – Der Mittelungspegel ist ungefähr derselbe, die wahrgenommene Belastung nicht unbedingt.)

Im Straßenverkehr tritt insbesondere das Problem auf, dass die tatsächlich zu beobachtenden Maximalpegel oft aus nicht bestimmungsgemäßer Nutzung von Straßen (überhöhte Geschwindigkeit, rücksichtslose (besonders hochtourige) Fahrweise, Instandhaltungsmängel von Fahrzeugen) resultieren, die dem Grunde nach nicht in die Beurteilung einbezogen wird.

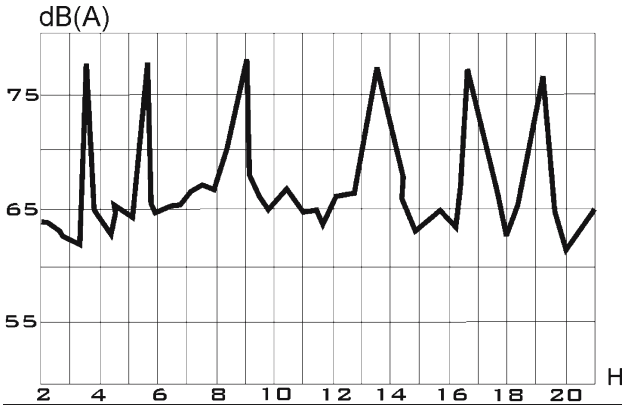
5.2.6.2 Perzentilkriterien

Perzentilkriterien (z. B. 95%-Pegel) geben Aufschluss über die Grundbelastung in einem Beurteilungsgebiet.



5.2.6.3 NAT-Kriterien

Mit NAT-Kriterien (NAT = number above threshold) kann die Zahl von Einzelereignissen in einem Zeitraum beschrieben werden, z. B. im Anflugbereich von Flughäfen. Das folgende Beispiel zeigt die sechsmalige Überschreitung einer Schwelle von 75 dB(A) (NAT 6 x 75) im dargestellten Beurteilungszeitraum.



5.2.6.4 Zusammenfassung zur Langzeitbeurteilung

Die Langzeitbeurteilung von Geräuschen und vor allem die Zusammenfassung zu einem „Beurteilungspegel“ als Einzahlenwert der Geräuschbelastung ist ein komplexer Bewertungsvorgang mit mehreren Einzelschritten. Jeder gemittelte und bewertete Langzeitpegel ist als Beurteilungspegel nur im Kontext mit dem zugrunde liegenden Regelwerk interpretierbar. Deswegen ist eine Vergleichbarkeit von Pegeln, die nach unterschiedlichen Verfahren ermittelt wurden, nicht gegeben. Das gilt besonders dann, wenn der Langzeitpegel nicht auf Messungen basiert, sondern auf Prognosen bzw. Standardannahmen berechnet wurde. Dann muss zusätzlich noch die Bildungsregel dieser Annahmen bekannt sein.

5.3 Grundlagendaten für die Immissionsprognose

Bei rechnerischen Immissionsprognosen wird die Geräuschsituation auf Grundlage prognostizierter Rahmenbedingungen berechnet. Diese müssen vollständig vorliegen. Das deutsche Regelwerk definiert z. B. folgende Anforderungen:

- Die Beurteilungspegel an Straßen werden mittels der in den Anlagen zur Verordnung normierten Rechenverfahren (RLS-90 – Richtlinien für Lärmschutz an Straßen) ermittelt.

  Zu Grunde liegt ein vereinfachtes Rechenmodell. Es berücksichtigt:
  - die stündliche Verkehrsstärke (durchschnittliche Spitzenstunde Tag und Nacht, Tagesgang differenziert nach Straßenkategorien),
  - den Lkw-Anteil,
  - die zulässige Höchstgeschwindigkeit,
  - die Art der Straßenoberfläche,
  - Steigungen und Gefälle,
  - den Abstand zwischen Schallquellen und Immissionsort,
  - die Boden- und Meteorologiedämpfung,
  - topographische Gegebenheiten.

- Das Berechnungs- und Beurteilungsverfahren für den Schienenverkehr (Richtlinie Schall 03 der ehemaligen Deutschen Bundesbahn) berücksichtigt
  - die Fahrzeugarten (insbesondere Art der Bremsen (Klotz- oder Scheibenbremsen)),
  - die Zuggattungen und -geschwindigkeiten,
  - die Zuglängen,
  - die Art und den Zustand des Fahrwegs (z. B. Beton- oder Holzschwellen, Gleisüberwachung).

Ein Pegelzuschlag (5 dB(A)) ist für Knotenpunkte an Straßen, ein pauschaler Pegelabschlag (5 dB(A)) für die meisten Schienenwege definiert. Der sich so ergebende Beurteilungspegel wird über den Verkehrsdurchschnitt eines Jahres jeweils für den Tag (6–22 Uhr) und die Nacht (22–6 Uhr) berechnet. Der einzige durch die genannten Verfahren ermittelbare Geräuschdeskriptor ist der A-bewertete Langzeit-Mittelungspegel, wobei sowohl das Emissions- als auch das Ausbreitungsmodell erhebliche Vereinfachungen beinhalten und sich die Ergebnisse durch Messungen nicht immer reproduzieren lassen. Mit diesen dem Regelwerk eigenen Vereinfachungen ist gewährleistet, dass mit verhältnismäßig geringem Aufwand reproduzierbare und zur rechtlichen Beurteilung geeignete Immissionswerte ermittelt werden können. Allerdings ergeben sich im Einzelfall erhebliche Ergebnisunschärfen.

6 Raum- und akzeptorbezogene Modellierung und Bewertung von Geräuschbelastungen

6.1 Geräuschbelastung im Siedlungsraum

Die Belastung durch Verkehrsgeräusche im Siedlungsraum ist vom Emissionsverhalten der dort vorhandenen Anlagen (Straßen, Schienenwegen, Flugrouten, (Wasserstraßen)) und den Ausbreitungsgegebenheiten abhängig. Die Emissionseigenschaften hängen wiederum wesentlich vom technischen Standard der auf den Anlagen betriebenen Fahr- und Flugzeuge ab. Näheres hierzu ist den jeweiligen Kapiteln zu den technischen Minderungsmöglichkeiten (vgl. Kap. D.1–D.4, insb. D.2.3, D.3.3. und D.4.3) zu entnehmen. Im räumlichen Kontext hängt das Emissionsverhalten der Anlagen darüber hinaus aber vor allem von deren Verkehrsbelastungen ab. Dies lässt sich besonders anschaulich am Beispiel der Verkehrsstärke und zeitlichen Verteilung der Verkehrsbelastung einer Straße verdeutlichen. Für Schienenwege und den Luftverkehr ist dies weniger gut verallgemeinerbar, da deren Verkehrsbelastungen individuell stark verschieden sind.

Betrachtet man die beispielhaft dargestellte Tagesganglinie einer typischen Hauptverkehrsstraße (DTV rund 15 000 KFZ, Schwerverkehrsanteil

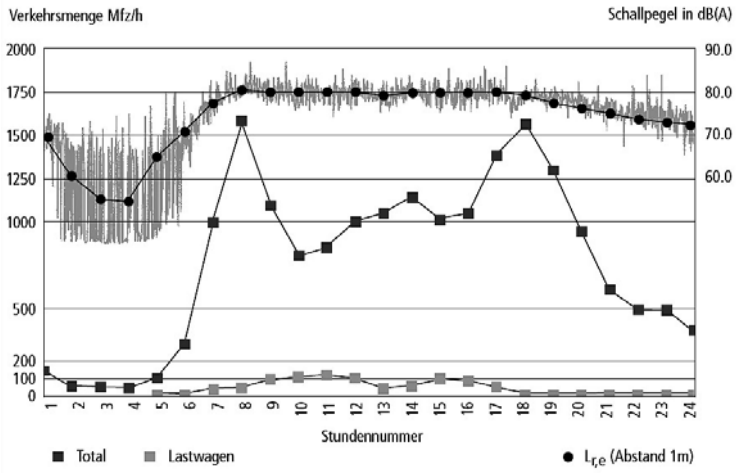


Abb. D.69: Werktagsganglinie und Schallpegelverlauf
Quelle: Cercle Bruit Schweiz

5–10%) und die zugehörigen Pegelverläufe (Momentanpegel und Stundenmittelungspegel, jeweils in 1 m Abstand zur Straßenachse), so zeigen sich Spezifika, die mit den Gesetzmäßigkeiten der Schallentstehung und den dargelegten Fahrzeugkenngrößen plausibel erklärbar sind.

Der *Maximalpegel,* der immer durch ein einzelnes Fahrzeug (bzw. wenige gleichzeitig verkehrende) hervorgerufen wird, schwankt im Tagesverlauf nur um rund 10 dB(A) – abhängig davon, ob im betrachteten Zeitraum laute Lkw verkehren oder nicht.

Der *Momentanpegelverlauf* zeigt den Einfluss der Verkehrsdichte: Im verkehrsschwachen Zeitraum (vor allem in der Nacht) schwankt der Momentanpegel stark. In verkehrsstarken Zeiten entwickelt sich ein annäherndes Geräuschkontinuum, da an Immissionsorten in Straßennähe immer eine Vielzahl von Fahrzeugen hörbar ist und die Geräusche sich stark überlagern.

Im *Mittelungspegelverlauf* zeigt sich zum einen der relativ geringe Einfluss der Verkehrsmenge auf den Pegel (Verzehnfachung = 10 dB(A) Steigerung). Der Ausschlag der Pegelkurve ist insofern schwächer ausgeprägt als derjenige der Tagesganglinie der Verkehrsmenge. Zum anderen ist der hohe Einfluss des Schwerverkehrs erkennbar: Die signifikanten Früh- und Nachmittagsspitzen des Pkw-Verkehrs (Berufspendler) werden durch den Lkw-Verkehr weitgehend überdeckt – selbst bei dem hier vorliegenden recht geringen Lkw-Anteil ist der Schwerverkehr die dominierende Geräuschquelle.

6.2 Betroffenheitsermittlung und Quantifizierung von Betroffenenzahlen

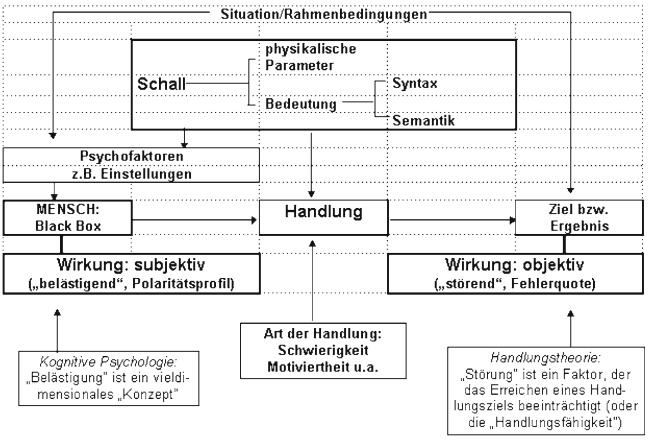
6.2.1 Gesundheitsbeeinträchtigung und Betroffenheit durch Umgebungslärm

Gesundheitsbeeinträchtigungen und weitere Betroffenheiten des Menschen durch Umgebungslärm werden aus medizinischer Sicht in Kapitel C systematisiert und erläutert. In diesem Abschnitt soll raum- und nutzungsbezogen auf die differenzierten Beeinträchtigungen durch Lärm eingegangen werden. Dabei werden im Wesentlichen die für die nutzungsspezifische Lärmbeurteilung maßgeblichen Kriterien diskutiert. Zu berücksichtigen ist dabei, dass es der Lärmwirkungsforschung als Teildisziplin der Umweltmedizin bis heute nur eingeschränkt gelingt, stabile Zusammenhänge zwischen Umweltärmexposition und extra-auralen Wirkungen nachzuweisen. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, dass sie an mehreren Stellen mit Indifferenzproblemen konfrontiert ist, die den statistischen Umgang mit Lärm und Lärmwirkungen stark erschweren. Dennoch versuchen etliche Autoren Zusammenhänge zu fundieren, insbesondere deshalb, weil die Planungs- und Genehmigungspraxis sowie die Rechtsprechung ein hohes Interesse an ihrer Kenntnis haben. Die Verwaltungsgerichte gehen derzeit von Außen-Mittelungspegeln um 70 dB(A) (tags) und 60 dB(A) (nachts) als Grenzen

zur Gesundheitsgefährdung aus – das Umweltbundesamt fordert um 5–10 dB(A) geringere Werte. Darin sind Präventions- bzw. Gesundheitsvorsorgewerte zu sehen, die lärmbedingte Gesundheitsschäden ausschließen sollen.

6.2.2 Störung durch Umgebungslärm

Der Belastungsfaktor „Störung“ ist im Grundsatz einfacher zu definieren als die Gesundheitsbeeinträchtigung. Er setzt voraus, dass bestimmte menschliche Handlungen durch Geräusche negativ beeinflusst werden, d. h. (kurz- oder langfristig) nicht mehr möglich sind, in ihrer Qualität gemindert oder erschwert werden. Störungen sind eine Teilmenge der Belästigungen und hängen eng mit ihnen zusammen.



Anhand bestimmter Tätigkeitsprofile und darauf abgestimmter Geräuschpegelkriterien ist dem Grunde nach ableitbar, ob Störungen auftreten.

Beispiele:

- Konzentriertes Arbeiten / Lesen / Lernen (= komplexe mentale Leistungen):
  - Mittelungspegel: Diffuse Störung der Aufmerksamkeit und Beeinträchtigung des Sprachverständnisses,
  - Maximal- und NAT-Kriterien: Unterbrechung der Aufmerksamkeit,
  - Informationshaltigkeit → Ablenkung.
- Schlafen:
  - Mittelungspegel: Beeinträchtigung der Schlaftiefe,
  - Maximalpegel: Aufwachen,
  - NAT-Kriterien: Aufwachen/Einschlafen, Regenerationsfähigkeit.
- Sprachkommunikation
  - Maximalpegel: Unterbrechung,
  - NAT- bzw. Perzentilkriterien: Dauer und Zahl der Unterbrechungen.

Störungskriterien können gut auf nutzungsbestimmte Außen- und Innenräume angewendet werden. Es ist dafür zu definieren, welche Tätigkeiten in einem Gebiet/Raum/etc. in welchem Zeitraum durchgeführt werden sollen und schutzwürdig sind (Zweckbestimmung). Dann lassen sich auch Kosten für Qualitätsminderungen bzw. Schutzmaßnahmen quantifizieren.

Beispiele:

- Schule:
  - tags: Konzentriertes Lernen im Innenraum bei geöffnetem Fenster,
  - nachts: Nicht schutzwürdig.
- Wohngebiet:
  - tags: Konzentriertes Arbeiten im Innenwohnbereich bei geöffnetem Fenster; Erholen / Lesen im Außenwohnbereich (Balkon/Garten),
  - nachts: Schlafen im Innenwohnbereich bei geöffnetem Fenster.

Im Einzelfall sind Anforderungen der Störungsfreiheit ggf. räumlich einzuschränken (z. B. können Teile der Wohnung (Funktionsräume) bzw. des Grundstücks (Vorgärten) aus bestimmten Anforderungen ausgenommen werden). Im Hinblick auf die Zeitkomponente muss eine Irrelevanzschwelle für sog. „seltene Ereignisse“ gesetzt werden. Unter diesen Voraussetzungen liefern störungsbasierte Beurteilungskonzepte eine brauchbare Einschätzung zur Nutzungsqualität von Gebieten, stellen also eine funktionale Herangehensweise dar.

6.2.3 Belästigung durch Umgebungslärm

6.2.3.1 Grundüberlegungen

Die Einordnung von Belästigungen erfordert – anders als die Störung – ein offenes, multidimensionales Beurteilungskonzept. Sie umfasst die Gesamtheit der Gesundheitsrisiken, latenten und offensichtlichen Störungen, Veränderungen des Wohn- und Sozialverhaltens durch Lärm und weitere indifferente und unterschwellige Faktoren, die Geräusche für den Betroffenen „lästig“ machen. Sie ist insofern nicht geschlossen definierbar, sondern bestimmt zusammenfassend die „Aversion“ des Betroffenen gegen seine Exposition. Auch und vor allem beim Belästigungskriterium zeigen sich in den Ergebnissen der Lärmwirkungsforschung als fachwissenschaftlich relevanter Ebene der Risikoabschätzung sehr große individuelle Unterschiede in der Immissionsbetroffenheit und darüber hinaus auch große Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen den Belastungskriterien, die bei einigen Lärmwirkungsforschern sogar zu dem Schluss geführt haben, dass eine Abhängigkeit zwischen Lärmbelästigung und Geräuschpegel nicht abgeleitet werden könne. Auch wenn diese sehr weitgehende Einschätzung eine Minderheitsmeinung ist, hängt nach übereinstimmender Auffassung das Eintreten von Lärmbelästigungen beim Immissionsbetroffenen erheblich von dessen

(kurz- und langfristiger) individueller Disposition ab. Letztlich können daher Belästigungsreaktionen in fachwissenschaftlichen Studien nur entweder individuell oder als Häufigkeitsverteilungen in großen Personengruppen (Kollektive) erhoben werden.

6.2.3.2 Belästigung auf Kollektivebene

Das methodische Konzept von Studien zur Ermittlung der (pegelabhängigen) Lärmbelästigung in großen Personengruppen ist immer ähnlich. Das Kriterium der „starken Belästigung" („high annoyance"; korrespondiert mit der „erheblichen Belästigung" gem. BImSchG) wird üblicherweise dann als erfüllt betrachtet, wenn eine befragte Person den Grad ihrer allgemeinen Belästigung auf einer Skala von 0 bis 100 mit einem Wert von 72 oder mehr angibt. Für die niederschwelligere Belästigung („Belästigung" oder „leichte Belästigung") gelten geringere Skalenwerte. Es ist klar, dass die Schwellen „gegriffen" und die Aussagekraft der so gewonnenen Ergebnisse eingeschränkt ist bzw. mit dieser Randbedingung interpretiert werden muss. Außerdem treten noch erhebliche Unsicherheiten aufgrund der Befragungstechnik hinzu (Wertbestimmung ist nicht objektivierbar). Aktuelle und repräsentative Ergebnisse solcher Lärmwirkungsstudien lassen sich insbesondere den umfangreichen umweltmedizinischen Serienuntersuchungen und Sekundärauswertungen von Miedema entnehmen, die die neuesten verfügbaren Erkenntnisse repräsentieren (vgl. Teilkapitel C.4.2). Die von Miedema et al. (2001) dargestellten Verteilungskurven zeigen deutlich, dass die Schwelle des Eintretens starker Belästigungsreaktionen bei Individuen erheblich differiert, dass also die Standardabweichungen in den Befragungsergebnissen hoch sind. Über ein sehr großes Pegelspektrum reagieren bei objektiv identischer Schalldosis ein Teil der untersuchten Menschen (stark) belästigt und der jeweils andere Teil nicht bzw. nur mäßig belästigt. Überraschend ist, dass selbst bei DEN-Außenpegeln jenseits von 70 dB(A) (Schwelle zur Gesundheitsgefahr?) ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung keine starken Belästigungsreaktionen zeigt. Für die Betroffenheitsbewertung problematisch ist, dass es keine signifikanten Wendepunkte und Steigungswechsel in den Kurven gibt. Das bedeutet, dass es keinen charakteristischen DEN-Wert gibt, bei dem eine Vielzahl Betroffener eine Belästigungsschwelle sieht. Vielmehr steigt die Kurve zwar bei höheren Pegeln etwas schneller, zeigt aber keine signifikante statistische Abhängigkeit zwischen akustischer Belastung und wahrgenommener Lästigkeit.

Die teilweise in der Literatur, aber vor allen Dingen in der Rechtsprechung (vgl. BGH, Urteil vom 6. Juli 2001 – V ZR 246/00 –, NJW 2001, 3119; Urteil vom 20. November 1992 – V ZR 82/91 –, BGHZ 120, 239, 255; BVerwG, Urteil vom 7. Oktober 1983 – 7 C 44.81 –, BVerwGE 68, 62; Urteil vom 12. Dezember 1975 – 4 C 71.73 –, BVerwGE 50, 49, 55) postulierte Orientierung der Betrachtung am „verständigen Durchschnittsmenschen" ist nicht empirisch, sondern normativ-wertend gemeint. Wollte man sie als

Beschreibung eines realen Durchschnitts oder eines empirisch ermittelbaren Schwellwertes verstehen, wäre sie wenig plausibel. Wäre tatsächlich eine Schwelle vorhanden, ab der bei den ‚meisten' oder zumindest ‚sehr vielen' Menschen z. B. eine Belästigungsreaktion ausgelöst wird, so wäre aus der Sicht der Lärmwirkungsforschung ein signifikanter Wendepunkt in den Dosis-Wirkungskurven zu erwarten. Diese Befunde führen zu der Einschätzung, dass die existierenden, am Außen-Geräuschpegel orientierten Konzepte nur zur abschätzenden, stark generalisierenden Beurteilung von Belästigungen großer Gruppen herangezogen werden können. Zur Prognose individueller Lärmbelästigung sind sie bisher ungeeignet. Das gilt auch, wenn in bestimmten Bereichen weitere Präzisierungen erfolgen.

6.2.3.3 Beurteilungsansätze für die individuelle Lärmbelästigung

Die Belästigungseinschätzung beim Individuum steigt zwar nach dem vorliegenden Forschungsstand mit gewissen Abstrichen ungefähr proportional zum Beurteilungspegel (zumindest bei Belastung durch nur eine Quellenart), allerdings mit großen individuellen Unterschieden sowohl im Ausgangswert als auch im Proportionalitätsfaktor („Steigung" der Dosis-Wirkungskurve). Manche Personen, die beispielsweise ab einem Beurteilungspegel von 55 dB(A) bereits als „erheblich belästigt" zu bezeichnen sind, fühlen sich bei 60 dB(A) nur unwesentlich stärker belästigt. Bei anderen Individuen setzt das Belästigungsempfinden an einem anderen Punkt ein und verändert sich bei steigenden Belastungen schneller. Es liegt letztlich ein „black-box"-Prozess vor, bei dem eine Ursache (Schallpegel) kein eindeutiges Ergebnis erzeugt und bei dem die maßgeblichen Einflüsse nicht oder nur unzureichend geklärt sind.

Für die räumliche Planung ist besonders von Interesse, ob unter den (noch) nicht hinreichend identifizierten Einflussfaktoren der Lärmbelästigung neben individuellen Kriterien auch externe Moderatoren auftreten, die raum- oder gruppenbezogen sind, d.h. mit dem Umfeld-Kontext zu tun haben, in dem Lärmbelästigung wahrgenommen wird. Denkbare moderierende Faktoren sind (zusammengestellt nach Lercher/Schulte-Fortkamp, Swart):

- Schwingungen
- Luftverunreinigung
- Sicherheits- und Schutzaspekte
- Urbanisierungsgrad der Umgebung
- Visuelle Qualität und Ausstattung der Wohnumgebung
- Soziale Stellung; Allgemeiner Gesundheitszustand

Die zugrunde liegenden Forschungsansätze gehen davon aus, dass eine sektorale Betrachtung von Lärm nicht sinnvoll ist, sondern der Umweltkontext des Menschen integrativ mit vielfältigen Wechselwirkungen (akustische, sensorische, ästhetische, geographische, soziale und weitere Komponenten)

betrachtet werden muss. Z. T. wird die These vertreten, dass v. a. bestimmte Aspekte der Wohnqualität als Lärmbelästigungsäquivalente wirken, also Lärmbelästigung kompensieren oder verstärken können. Quantifizierbare Untersuchungsergebnisse sind noch nicht hinreichend abgesichert.

6.2.4 Quantifizierung von Betroffenenzahlen

6.2.4.1 Festlegung von Wirkungsstandards und Betroffenheitskategorien

Die vielfältigen und nicht auf eindeutige Wirkungszusammenhänge zurückzuführenden Ansätze für die Ermittlung von Lärmbetroffenheiten machen es problematisch, die zur Risikobeurteilung erforderlichen Kenngrößen „Betroffener in bestimmten Betroffenheitsqualitäten“ zu ermitteln. Dies setzt nämlich voraus, dass für quantitativ beschreibbare Geräuschbelastungen jeweils Wirkungsstandards gefunden werden, die die objektiv feststellbaren Geräusche zuverlässig der zu erwartenden Wirkung beim Subjekt zuordnen. Das wird unter anderem durch folgende Gegebenheiten erschwert:

- *Vielfältigkeit und eingeschränkter Aussagewert von Geräuschdeskriptoren*: Die Geräuschbelastung des Menschen ist stark schwankend und differenziert. Sie kann mit einer Vielzahl von Pegelkriterien beschrieben werden. Die Lärmwirkungsforschung muss geeignete und aussagefähige Kriterien auswählen. Anzahl, Beschreibung und Komplexität dieser akustikseitigen Kriterien differieren zwischen den Forschungsansätzen stark (von einem bis zu 40 Kriterien).

- *Reduktion der Geräuschdeskription auf Punkte*: Die komplexe Geräuschsituation eines Standorts wird i. d. R. auf einen Punkt, nämlich einen repräsentativen Immissionsort vor der lautesten Fassade, reduziert. Nicht berücksichtigt sind regelmäßig
  - die Pegeldifferenzen am Standort (laute Fassade – leise Fassade),
  - der Grundriss und die konstruktive Schalldämmung von Gebäuden und
  - die Geräuschsituation in einem ggf. vorhandenen Außenbereich.

- *Ableitung der langfristigen individuellen Geräuschexposition aus ortsbezogenen Immissionswerten*: Mess- bzw. berechenbar sind Immissionswerte für bestimmte Orte. Wegen der komplexen Ausbreitungs- und Abschirmungsbedingungen unterscheiden sich diese Werte kleinräumig sehr stark, und sind auch von veränderlichen Zuständen abhängig. Der Mensch verändert – abhängig von seinem individuellen Aktivitätsprofil – laufend seinen Standort und damit auch seine individuelle Geräuschbelastung. Ortsbezogene Immissionsdaten sind damit immer eine unscharfe Kenngröße zur Ermittlung individueller Exposition.

– *Abgrenzung der Lärmwirkungen von anderen Einflussfaktoren*: Relevante Wirkungen können nicht nur durch Lärm, sondern auch durch andere physiologische Gegebenheiten (z. B. Ernährung) und Belastungen ausgelöst bzw. begünstigt werden, die auch ortsbezogen sein können (z. B. Luftverunreinigungen, Erschütterungen etc.). Es ist äußerst schwierig, hier den „Beitrag" des Lärms zu quantifizieren.

Wegen der hohen Bedeutung von Betroffenheitsermittlungen in raumbezogenen Planverfahren (z. B. für Alternativen- und Variantenvergleiche bei der Planung von Verkehrsanlagen) haben sich in der Praxis verschiedene Ansätze entwickelt, die die genannten methodischen Unsicherheiten zurückstellen und eine Zuordnung von Pegelklassen (herangezogen wird i. d. R. der höchste an einem Gebäude bzw. Grundstück anzutreffende Mittelungspegel) zu Betroffenheitskategorien vornehmen. Eine einheitliche Methodik ist nicht erkennbar; es ist jedoch zu erwarten, dass es im Zuge der Einführung der EU-Umgebungslärmrichtlinie zu einer Vereinheitlichung kommen wird, da dort ein Verfahren geregelt ist. Nach diesem Verfahren wird die Betroffenheit über die geschätzte Zahl der Menschen ermittelt, die in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe gemessene L_{den} an der am stärksten lärmbelasteten Fassade in den Bereichen 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, > 75 dB(A) liegt. Korrigierend werden – soweit die Datenlage es ermöglicht – die Personenzahlen angegeben, die in Gebäuden mit besonderer Schalldämmung (kombiniert mit einer Belüftungs- oder Klimaanlage) oder einer ruhigen Fassade (L_{den} um mehr als 20 dB(A) unter dem Wert der am stärksten lärmbelasteten Fassade) leben. (vgl. Anhang VI zur Richtlinie 2002/49/EG).

6.2.4.2 Festlegung der Empfindlichkeit und Abgrenzung des Kreises der Betroffenen

Für die Betroffenheitsermittlung sind außerdem die Fragen erheblich, in welcher Form die Flächennutzung als Kriterium für die Geräuschempfindlichkeit einzubeziehen ist, und wie der Kreis der Betroffenen abgegrenzt wird.

Die in Deutschland eingeführten bzw. rechtsverbindlichen Regelungen zur raumbezogenen Beurteilung von Geräuschbelastungen basieren mit wenigen Ausnahmen auf der sog. „Störgradsystematik" und gehen damit von unterschiedlichen Zumutbarkeitswerten (typisch sind „5-dB(A)-Sprünge" zwischen den Nutzungsarten nach BauNVO) aus. Um im Kontext von räumlicher Planung bzw. Konfliktbewältigung Lärmbelastungen zielführend betrachten zu können, muss sich dies auch in der Betroffenheitsermittlung niederschlagen. Das führt zu der Aufgabe, Flächennutzungen und ihre Empfindlichkeit einzubeziehen. Im Wege der technischen Normung sind Standards zur Datenerfassung der Flächennutzung formuliert worden (Norm ISO 1996-2), die allerdings nicht in allen Fällen mit der bauleitplanerischen Darstellung bzw. Festsetzung übereinstimmen müssen. Betrachtet

man die nach EU-Umgebungslärmrichtlinie einzuführenden Betroffenheitsermittlungen, so entfällt dort die Abstufung der Gebietsempfindlichkeiten – die Betroffenheit wird nur am Akzeptor festgemacht. Die Abgrenzung des Kreises der Betroffenen kann im Einzelfall zu Unsicherheiten führen. Unstrittig ist, Anwohner als Betroffene einzubeziehen. Die Ausführungsbestimmungen zur Umgebungslärmrichtlinie zielen auf Anwohner am Erstwohnsitz ab, wobei diese Einstufung für einzelne Bevölkerungsgruppen wie Studierende zu hinterfragen ist. Darüber hinaus ist – auch abhängig vom gewünschten Aussagegehalt – die Berücksichtigung weiterer Personenkreise, insbesondere Beschäftigter, Anwohner mit nur zeitweiligem Aufenthalt, Erholungssuchender etc. denkbar, allerdings nicht mit gleichem Gewicht wie die dauerhaften Anwohner.

6.3 Kombinierte Geräuscheinwirkungen (Verkehrslärm)

6.3.1 Grundsatz

Zumindest in dicht besiedelten Bereichen ist das wahrnehmbare Geräusch an einem bestimmten Ort in der Regel nicht auf eine einzelne Anlage zurückzuführen, sondern stellt die Gesamtheit der Emissionen mehrerer unterschiedlicher Schallquellen dar. Für den davon Betroffenen ist die Zusammensetzung des Geräuschs letztlich gleichgültig. Für ihn entscheidend ist nur das Ergebnis, nämlich Umfang, Dauer, Charakteristik, Wirkung und Empfindung des Schalls, und dabei vordringlich die Frage, ob er belästigt oder gar gefährdet wird. Daher liegt es nahe, die Beurteilung von Schallimmissionen unabhängig von den Emittenten vorzunehmen. Als Ziel von Minderungsmaßnahmen könnte demgemäß formuliert werden, eine höchstmögliche Entlastung der größten Anzahl von Menschen durch Herabsetzung der Schalleinwirkung in der Kombination aller einwirkenden Schallquellen mit dem jeweils geringsten technischen Aufwand und Kostenaufwand zu erreichen. Grundvoraussetzung für die Erforderlichkeit einer quellenübergreifenden Beurteilung ist nach Bundes-Immissionsschutzgesetz das (potentielle) Vorhandensein schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche im Sinne erheblicher Belästigungen oder Gesundheitsgefahren. Ohne dies fehle einer Gesamtgeräuschbetrachtung das rechtliche Schutzziel (Dolde 2001). Der genannten Zielsetzung stehen das Fehlen übergreifender Beurteilungsgrundlagen, damit zusammenhängende Zurechnungsprobleme und umsetzungspraktische Hemmnisse entgegen. Die in Gesetzen, Verordnungen und technischen Anleitungen enthaltenen Regelungen wurden – auch vor dem Hintergrund der historischen Entwicklung des Immissionsschutzrechts – anlagenbezogen entwickelt und beziehen sich jeweils nur auf die betrachtete Quelle und damit auf eine Geräuschart. Sie beinhalten Mess- und/oder Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Beurteilungspegeln, die über den Vergleich mit Schwellenwerten Aussagen

im Sinne einer technischen Konkretisierung unbestimmter Rechtsbegriffe – wie erhebliche Belästigungen – ermöglichen sollen. Dadurch wird eine praktikable und jeweils an der Norm orientierte Handhabung gewährleistet, ohne jedoch die fachlich und wohl auch rechtlich maßgebliche Gesamtbelastung der betroffenen Menschen umfassend in den Blick zu nehmen. Diese Situation ist nicht nur fachlich unbefriedigend, zumal die genannten Vorschriften auf der gleichen Rechtsgrundlage (Bundes-Immissionsschutzgesetz) beruhen und damit auch ein gemeinsames Schutzziel, nämlich die Gefahrenabwehr und Vorsorge vor „schädlichen Umwelteinwirkungen" verfolgen. Die in der nach Lärmarten segmentierten Beurteilung auftretenden Diskrepanzen der Schwellenwerte und Anwendungsbereiche sind dem gegenüber nur zum Teil auf die spezifischen physikalischen und medizinischen Eigenschaften der Lärmarten zurückzuführen. Wesentlichen Einfluss haben auch die jeweiligen Entstehungszeiträume der Beurteilungsregeln (veränderter „Stand der Technik") sowie „externe" Faktoren, so z. B. ökonomische Überlegungen.

Problematisch wird dies in Gebieten und Planungssituationen, in denen sich Lärmkonflikte durch eindimensionale Regelwerkanwendung nicht lösen lassen. Hierfür in Betracht kommen Gebiete, in denen eine Konfliktsituation durch mehrere Geräuscharten bereits besteht. Dies sind im Wesentlichen Bestandsgebiete, für die nach geltendem Recht Lärmminderungspläne i. S. d. § 47a BImSchG (Querverweis Lärmminderungsplanung / Umgebungslärmrichtlinie) aufzustellen sind. Ein weiteres Anwendungsfeld sind Gebiete, in denen sich ein Mehrfach-Konflikt dynamisch entwickelt, sei es durch Belastungssteigerungen an bestehenden Verkehrswegen, durch ungesteuert wachsende Freizeitnutzungen oder Ähnliches. Schließlich sind Gesamtgeräuschbetrachtungen auch in Situationen angezeigt, in denen künftige Mehrfach-Konflikte durch Realisierung eines (Groß-)Vorhabens zumindest nicht auszuschließen sind. Eine rein auf die normierte Schallquellengruppe (z. B. Straßenverkehr, Luftverkehr, Gewerbe) zugeschnittene Betrachtung des jeweils hinzukommenden Elements führt hier fast unweigerlich zur unkorrekten Beurteilung der Gesamtsituation und kann im Umfeld der Standorte (bei Einzelprojekten) bzw. entlang ganzer Korridore (bei Bündelung von Verkehrswegen) insgesamt unverträgliche Situationen (schädliche Umwelteinwirkungen) hervorrufen. Mit Blick auf das Schutzziel des BImSchG stellt sich die Frage der Rechtssicherheit derartiger Planungen (Dolde a. a. O.).

6.3.2 Fachliche Probleme der Gesamtlärmbeurteilung

6.3.2.1 Lästigkeitsdifferenzen

Die Gesamtlärmbeurteilung bedarf eines Modells zur wirkungsgerechten Addition von Geräuschen verschiedenartiger Quellen. Gegen eine „objektiv akustische", d. h. energieäquivalente Addition, spricht schon die empirisch abgesicherte unterschiedliche Belästigungswirkung der einzelnen Geräusch-

arten. So haben Miedema und Vos – basierend auf den Ergebnissen von Schulz (1978) und Fidell (1991) – synthetisierte Dosis-Wirkungskurven erarbeitet, die die drei Verkehrslärmquellen Straße, Schiene und Luft berücksichtigen. Näheres hierzu ist dem Kapitel C.4.2 zu entnehmen. Besonders in hohen Pegelbereichen ab 60 dB(A) zeigen sich größere Abweichungen. Allgemein ist der Anteil sehr belästigter Personen bei gleichem Schallpegel bei Fluglärm größer als bei Straßenlärm. Schienenlärm hat bei gleichem Schallpegel die geringste Belästigungswirkung. Dieser Umstand erschwert den Vergleich der Belästigungswirkungen und ist maßgeblich für die hohe Komplexität der Beurteilung kombinierter Immissionssituationen mit verschiedenartigen Geräuschemittenten.

6.3.2.2 Kumulative Wirkungen

Aus Sicht der Betroffenen erscheint es zunächst eindeutig, dass eine Belästigung durch mehrere Schallquellen negativer zu beurteilen ist, als eine Belästigung durch nur eine Quelle. Diese stark vereinfachte Sicht ist jedoch bei näherer Untersuchung nicht ohne weiteres haltbar. Zum einen stellt sich die Frage, wie die spezifische Belästigungswirkung der einzelnen Geräuscharten (s.o) zu berücksichtigen ist. Zum anderen ist zu fragen, ob sich durch die Kombination verschiedenartiger Geräusche kumulative Wirkungen ergeben, die anderen Mechanismen folgen als bei gleichartigen Geräuschen. Diese Frage ist noch nicht beantwortbar. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die in diesem Bereich durchgeführten Feld- und Laborstudien keine eindeutigen Ergebnisse aufweisen und bezüglich der Kombinationswirkung teilweise deutlich unterschiedliche Aussagen treffen. So kann nach Studienergebnissen

- die Gesamtbelästigung größer sein als die höchste quellenspezifische Einzelbelästigung,
- die quellenspezifische Einzelbelästigung die Gesamtbelästigung überragen,
- eine quellenspezifische Einzelbelästigung durch Vorhandensein einer zweiten Quelle abgeschwächt werden,
- eine quellenspezifische Einzelbelästigung durch Vorhandensein einer zweiten Quelle verstärkt werden.

Zu einem ähnlichen Resultat kommen Ronnebaum et al., die in einer Literaturstudie (Ronnebaum et al. 1996) verschiedene Feld- und Laborstudien aus den Jahren 1976 bis 1996 näher untersucht haben. Zur Frage der Gesamtbelästigung bei kombinierter Wirkung von Straßen- und Schienenverkehrslärm kommen sie dabei zu folgendem Ergebnis:

- In Bereichen in denen eine von beiden Quellen vorherrscht, ist die Belästigung der dominierenden Quelle größer als die der Gesamtbelästigung, welche wiederum die Belästigung der anderen Quelle übersteigt.

– Wenn keine Quelle überwiegt und beide Quellen lauter als 53 dB(A) sind, ist die Gesamtbelästigung geringer als die einzelne Quelle,
– In Bereichen in denen keine dominierende Schallquelle vorhanden ist, und beide Quellen leiser als 50 dB(A) sind, übersteigt die Gesamtbelästigung die quellenspezifische Belästigung.

Die Ergebnisse der zugrunde liegenden Studien lassen allerdings insgesamt kein einheitliches Muster in den Belästigungsreaktionen beim Zusammenwirken verschiedener Lärmarten erkennen. Dieser Umstand lässt darauf schließen, dass eine Reduzierung auf nur einen Wirkungseffekt nicht sinnvoll erscheint. Vielmehr besteht eine Interaktion verschiedener Wirkungseffekte auf unterschiedlichen Ebenen, die zur Belästigungsreaktion beitragen. Problematisch für eine wissenschaftliche Erfassung der jeweiligen Zusammenhänge ist die große Vielfalt der möglichen Geräuschkombinationen und Beurteilungskontexte. Außerdem ist zu fragen, zu welchem Anteil die Lästigkeitsurteile der Immissionsbetroffenen zum Gesamtgeräusch tatsächlich durch die (mittleren) Schallpegel und die psychoakustischen Besonderheiten der einzelnen Schallquellen bestimmt werden und welche Bedeutung nicht-akustische Einflussfaktoren haben.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

– Geräusche aus verschiedenen Quellenarten verursachen schwierige Bewertungs- und Zurechnungsprobleme.
– Hinsichtlich des Kriteriums „Belästigung“ sind Dosis-Wirkungsbeziehungen noch nicht hinreichend beschrieben und fundiert, sondern werden in der Lärmwirkungsforschung kontrovers diskutiert. Teilweise wird von einem sehr geringen Einfluss akustisch messbarer Komponenten auf die Belästigungswirkung von Geräuschen ausgegangen.

6.3.3 Modelle zur Gesamtlärmbeurteilung

6.3.3.1 Modellgruppen

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Modellen und Modellvorschlägen, die versuchen, den „Gesamtlärm“ in kombinierten Immissionssituationen adäquat zu beurteilen. Vor dem Hintergrund der oben dargelegten, teilweise sehr widersprüchlichen Ergebnisse der verschiedenen Studien zu diesem Themenkomplex unterscheiden sich diese Modelle im methodischen Ansatz, in wesentlichen Grundannahmen und auch im praktischen Beurteilungsergebnis so stark, dass keine Synthese möglich erscheint, sondern die Modelle als konkurrierend bezeichnet werden müssen.

Grundsätzlich zu unterscheiden ist zwischen sog. „objektiven“ Modellen, die von akustischen Gegebenheiten ausgehen und Modellen mit sog. „subjektiven“ Korrekturtermen, die akzeptorbezogene Gegebenheiten in die Bewertung einbeziehen.

Die Leistungsfähigkeit der Modelle ist auch unter dem Gesichtspunkt der praktischen Anwendbarkeit zu differenzieren. So gibt es Modelle, die im Sinne wissenschaftlicher Grundlagenarbeit versuchen, eine möglichst präzise Abbildung der kombinierten Belästigungswirkungen zu erzielen, dabei aber Grundlagendaten in einem Detaillierungsgrad benötigen, der im Feld, d. h. in der praktischen Anwendung, nicht erreichbar ist. Dem stehen andere Modelle gegenüber, deren Ziel eine praktisch anwendbare, auf verfügbare Immissionspegel aufsetzende Modellbildung ist, die Abstriche in der Aussageschärfe aber in Kauf nehmen muss.

Im Folgenden wird aus der Vielzahl der vorliegenden Modelle eine Auswahl besonders interessanter Ansätze diskutiert, die sich sowohl hinsichtlich des methodischen Konzepts („objektiv“ oder „subjektiv“) als auch hinsichtlich der Anwendungsorientierung („theoretisch“ oder „praxisbezogen“) signifikant unterscheiden.

6.3.3.2 Objektive Modelle

Ausgangspunkt der objektiven Modelle ist das einfache *Energiesummationsmodell,* das die Intensitäten der verschiedenen Quellen zu einer Gesamtintensität aufaddiert. Die Gesamtbelästigung ist in diesem Modell eine unmittelbar abgeleitete Funktion des energetischen Summenpegels (Gesamtintensitätspegels). Dies ist ein ausschließlich physikalisches Modell, das einzig die Intensitäten zur Beurteilung der Lästigkeit heranzieht. Der wesentliche Nachteil dieser nicht als spezifisches Modell zur Gesamtlärmbewertung anzusprechenden Methode liegt darin, dass weder die unterschiedliche Lästigkeitswirkung der verschiedenartigen Geräuschquellen noch kumulative Wirkungen berücksichtigt werden. Daher ist dieses Modell kaum dazu geeignet, das Zusammenwirken mehrerer Lärmquellen adäquat zu beschreiben.

Demgegenüber geht das *Independent-effect-model* (detailliert beschrieben durch Taylor 1992) davon aus, dass sich die Gesamtbelästigung aus der Addition der Belästigungsbeiträge der jeweiligen Lärmquellen ergibt. Die Belästigungsbeiträge sind dabei Funktionen der Pegel der einzelnen Geräuschquellen. Dadurch, dass die Funktionen auf die Geräuschquellenart abgestimmt sind, besteht bei diesem Modell im Gegensatz zum Energysummation-model die Möglichkeit, den spezifischen Lästigkeiten bei der Gesamtgeräuschbeurteilung ausreichend Rechnung zu tragen. Allerdings werden auch hier die kumulativen Wirkungen zwischen den Geräuschquellenarten nicht berücksichtigt.

Das *Energy-difference-model* (detailliert beschrieben durch Taylor 1992) beruht auf dem Ansatz, dass die Gesamtbelästigung sowohl durch den Gesamtpegel der kombinierten Lärmquellen als auch durch die Pegeldifferenz zwischen den einzelnen Quellen bestimmt wird. Die Gesamtlästigkeit setzt sich zusammen aus einer Funktion des energetischen Summenpegels und Funktionen der Differenzen der Geräuschpegel der Lärmquellen. Der

Nachteil dieses Modells liegt vor allem darin, dass die Lästigkeitsdifferenzen keine Berücksichtigung finden.

Das Modell *Pressure Leq* (Flindell 1983) berechnet die Gesamtlästigkeit analog der Berechnung des äquivalenten Pegels (vgl. Energiesummationsmodell) Allerdings wird hier über die Amplituden des Schalldrucks gemittelt (Gewichtungsparameter k =20 statt 10) und nicht über Schallintensitäten. Dadurch wird erreicht, dass die Spitzenpegel bei zeitlich schwankenden Geräuschen deutlich schwächer gewichtet werden als beim äquivalenten Pegel.

Im *Vector model* (Berglund et al. 1981) werden die Lautstärken und Lästigkeiten als Vektoren zusammengefasst. Die Gesamtbelästigung ergibt sich dann durch die Vektoraddition der Einzellautstärken (und -lästigkeiten). Die Interaktion der Einzelquellen wird über den Winkel · zwischen den quellenspezifischen Vektoren berücksichtigt. Vorraussetzung für die Anwendung dieses Modells ist, dass die quellenspezifischen Einzelbelästigungen bereits bekannt sind. Es schlägt lediglich einen Modus für die Kombination der Einzelgrößen vor. Je näher sich der Winkel an die beiden Extremfälle 0° und 180° annähert, desto weniger spiegelt das Ergebnis die tatsächliche Belästigungssituation wider. Fraglich ist, ob allgemein für die Berechnung der Lästigkeit für alle Immissionssorte ein Winkel von 90° angenommen werden kann.

6.3.3.3 Modelle mit subjektiven Korrekturtermen

Den einfachsten hier zu erwähnenden Ansatz verfolgt das *Dominant-source-model* (Berglund et al. 1981). Es geht davon aus, dass die Gesamtlästigkeit an einem Ort gleich der Lästigkeit der dort am stärksten belästigenden Geräuschquelle ist. Die erste diesem Modells zugrunde liegende Hypothese ist, dass Menschen verschiedenartige Geräusche nicht summativ, sondern separiert wahrnehmen und jede Geräuschquelle für sich die Lästigkeitsschwelle überschreiten muss, um wirksam zu werden. Die zweite zur Funktionsfähigkeit des Modells notwendige Hypothese besteht darin, dass die Menschen trotz separierter Wahrnehmung gleichermaßen empfindlich oder unempfindlich auf alle Geräuscharten reagieren (oder dass sich Abweichungen statistisch voll ausgleichen). Das Dominant-source-model liefert trotz seiner geringen Komplexität weitgehende Übereinstimmungen mit den empirischen Ergebnissen von Betroffenenbefragungen. Das mag darauf zurückzuführen sein, dass in der Praxis sehr häufig Situationen auftreten, in denen eine Geräuschart stark im Vordergrund steht (z. B. nahe an vielbefahrenen Straßen bei gleichzeitiger Hintergrundbelastung durch eine weiter entfernte Schienenstrecke). Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass sich in solchen Situationen aufgrund der logarithmischen Zusammenhänge bei Schallpegeln die Ergebnisse aller Modelle dem Dominant-source-model annähern. Deutliche Schwächen zeigt dieses Modell immer dann, wenn Immissionssituationen mit mehreren Quellen ähnlicher oder gleicher Laut-

stärke bzw. Lästigkeit zu beurteilen sind, zumal dann, wenn die Quellen aus unterschiedlichen Richtungen auf einen Immissionsort einwirken.

Vor diesem Hintergrund sind etliche weitergehende Modelle entwickelt worden, die in unterschiedlicher Weise akustisch objektive Komponenten (energieäquivalente oder modifizierte Pegelsummation) mit wahrnehmungsbezogenen Korrekturtermen (Dosis-Wirkungskurven, Pegeldifferenzen u.a.) kombinieren.

Das *Response-summation-model* (Ollerhead 1978) geht beispielsweise davon aus, dass die Gesamtbelästigung ausgehend vom Summenpegel beschrieben werden kann, dass aber darüber hinaus eine gegenseitige Beeinflussung der quellenspezifischen Belästigungen angenommen werden muss. Dazu wird zuerst die Pegeldifferenz ermittelt, um die sich zwei Dosis-Wirkungskurven bei gleicher Lästigkeit unterscheiden. Danach wird diese Pegeldifferenz für jede Quelle mit dem Intensitätsverhältnis zwischen dem spezifischen Geräuschanteil, mit dem Pegel und dem Gesamtgeräusch mit dem Pegel gewichtet. Diese Summation wird anschließend für alle Quellen durchgeführt und zum Gesamtpegel addiert, mit dem die Gesamtlästigkeit bestimmt wird.

Ebenso wie das Modell von Ollerhead versucht das *Summation and inhibition model* (Powell 1979) über die Energiesummation und einen Korrekturterm, der über Dosis-Wirkungskurven ermittelt wird, die Gesamtlästigkeit zu beschreiben. Zur Bestimmung des Korrekturterms wird zuerst aus den Dosis-Wirkungskurven die Pegeldifferenz zwischen den beiden Quellen bei gleicher Lästigkeit bestimmt. Anschließend wird die entsprechende Kurve, die der Pegeldifferenz entspricht, anhand einer von Powell vorgeschlagenen Funktion bestimmt. Die Gesamtlästigkeit entspricht einer Funktion des Summenpegels, zu dem der ermittelte Korrekturterm addiert wird.

Vos hat für sein *quantitatives Modell* (Vos 1992) in einer Laborstudie die Lästigkeitsunterschiede für Impulsgeräusche (Gewehrschüsse), Straßenverkehr und Flugverkehr näher untersucht und gibt für diese Geräusche detaillierte Verfahren zur Berechnung der Lästigkeit an. Zur Bestimmung der Gesamtlästigkeit werden die Straßenverkehrsgeräusche als Referenz definiert. Dann werden die Pegel der anderen Geräuschquellen durch einen Korrekturfaktor so modifiziert, dass sie der Lästigkeit von Straßenverkehrsgeräuschen entsprechen (Renormierung). Anschließend werden sie zu einem Gesamtbewertungspegel aufsummiert. Vos schlägt dafür die Anwendung der Pegelkorrektur k=15 vor, was bewirkt, dass zwei Einzelschallquellen mit gleichem korrigierten Leq Wert zu einem Gesamtbewertungspegel führen, der 4,5 dB über dem der korrigierten Leq Werte liegt. Mit k=10 würde eine energetische Addition repräsentiert, k=20 entspräche einer Amplitudensummation. Das Modell von Vos ist eines der wenigen Modelle zur Bestimmung der Gesamtgeräuschbelastung, welches eine Summationsvorschrift anwendet, die über rein intensitätsmäßige Addition hinausgeht, da selbst nach Umrechnung auf die Referenzgeräuschquellenart die unterschiedlichen

Quellenarten noch Berücksichtigung finden. Allerdings sind die allein durch eine Laborstudie ermittelten Dosis-Wirkungskurven, auf denen das Modell beruht, wohl nicht tragfähig.

Ausgehend von diesen Defiziten hat Miedema das quantitative Modell von Vos zum *Annoyance-equivalent-model* (z. B. Miedema 1996) weiterentwickelt. Es nutzt ebenso wie das quantitative Modell eine Referenzquelle, in die es die unterschiedlichen Lärmquellearten transformiert (renormiert) und anschließend addiert. Die Gesamtbelästigung entspricht dann der Belästigung der Referenzquelle beim summierten Pegel. Ein wesentlicher Unterschied zum Berechnungsverfahren des quantitativen Modells von Vos liegt darin, dass für die Summation k=10 und nicht k=15 gewählt wurde, dass also bei diesem Modell eine quasi-energetische Addition erfolgt. Damit entspricht die Summationsmethode derjenigen bei gleichartigen Geräuschquellen, was eine wesentlich bessere Interpretierbarkeit und Kommunizierbarkeit der Ergebnisse erlaubt. Miedema gibt von Vos abweichende Dosis-Wirkungskurven an, mit denen es möglich ist, den Summenpegel in Belästigungsreaktionen der Referenzquelle umzurechnen. Diese integrieren eine große Datenbasis aus Feld- und Laborstudien und liegen für Straße, Schiene und Fluglärm vor. Sie beziehen sich auf die Pegeleinheiten DNL und DENL (daynight-level und day-evening-night-level) und sind somit direkt auf die nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie zu berechnenden Pegel anwendbar. Mit den Termen ist es überdies möglich, den Gesamtpegel in den prozentualen Anteil wenig belästigter (LA), belästigter (A) und stark belästigter (HA) Personen zu transferieren. Dem Grunde nach ist dieses Modell eine stark praxisorientierte Weiterentwicklung des quantitativen Modells von Vos für die Lästigkeitsvorhersage bei kombinierten Verkehrsgeräuschen.

Eine methodisch darauf aufbauende Modellierung hat der Niederländische Gesundheitsrat 1997 mit dem sog. *Niederländischen Modell zur einheitlichen Lärmbewertung* (Health Council of the Netherlands 1997) vorgelegt. Ziel war es, ein Modell zu entwickeln, das es ermöglicht, die Lärmbelästigung in Wohngebieten unabhängig von der Lärmquellenart einheitlich zu bewerten. Diese einheitliche Bewertung wird durch eine Belästigungsgewichtung erreicht, welche aus quellenspezifischen Dosis-Wirkungskurven gewonnen wird. Methodisch entspricht das Niederländische Modell somit den Modellen von Miedema und Vos, die beide niederländische Forscher sind. Um die Wirkung von Lärm genauer quantifizieren zu können, schlägt das Niederländische Modell zwei Messgrößen vor: Das Environmental Exposure Level EEL soll die allgemeine Belästigung während eines 24 Stunden Tages näher definieren, während das Environmental Night-time Exposure Level ENEL speziell die Lärmbelästigung für Schlafstörungen (Ärger und Aufwachreaktionen) näher bestimmen soll. Beide Messgrößen sind so modifiziert, dass sie den Lärm unabhängig von der Geräuschquelle bewerten, also dass beispielsweise Straßenlärm mit einem bestimmten EEL gleichbelästigend ist wie Bahnlärm mit dem gleichen EEL. Zur Bestimmung

des EEL wird die folgende Vorgehensweise definiert: Der A-bewertete äquivalente Pegel wird mit Korrekturfaktoren für Impulshaltigkeit und für tonale Komponenten modifiziert. In einem weiteren Schritt wird der Tag in drei Zeitbereiche (7–19, 1–23 und 23–7 Uhr) unterteilt und die Pegel den unterschiedlichen Empfindlichkeiten für diese Tageszeiten angepasst. Abends wird ein Zuschlag von 5 dB(A) und nachts ein Zuschlag von 10 dB(A) berücksichtigt. Anschließend werden die korrigierten Pegel der Zeitbereiche wieder zu einem 24 Stunden Pegel zusammengefasst und zu einem repräsentativen Jahreswert umgerechnet. Das Environmental Exposure Level errechnet sich dann aus diesem Pegel (Lden, adjusted) und einem Gewichtungsfaktor, der die unterschiedliche Lästigkeit der Lärmarten berücksichtigt. Bei Fluglärm und Schienenlärm wird der Gewichtungsfaktor aus spezifischen Dosis-Wirkungskurven ermittelt. Es wird eine Pegelkorrektur vorgenommen, die dazu führt, dass der Straßenverkehrslärm mit dem korrigierten Pegel zur gleichen Belästigung führt, wie der unkorrigierte Pegel von Flug- bzw. Schienenlärm. Die Berechnung des EEL stellt somit auf die gleiche Belästigungswirkung (highly annoyed) der Lärmquellenarten ab. Die Berechnung des ENEL erfolgt analog der Berechnung des EEL, wobei nur die Zeitspanne von 23 bis 7 Uhr berücksichtigt wird. Allerdings liegen noch keine gesicherten Dosis- Wirkungsbeziehungen nur für die Nacht bzw. die Aufwachreaktionen vor, so dass eine Transformation der Lästigkeiten auf eine Referenzlärmquelle und somit eine einheitliche Beurteilung noch nicht durchgeführt werden kann. Der methodische Ansatz des Niederländischen Models erlaubt es damit bislang nur, die allgemeine Belästigung durch kombinierte Lärmquellen zu bestimmen. Dazu kann mit Hilfe der Dosis-Wirkungskurven eine zweite Lärmquelle in einen Ersatzpegel der Referenzquelle (z.B. Straßenverkehr) renormiert werden, der gleich belästigend wirkt wie der Pegel der zweiten Quelle. Durch energetische Summation des Pegels der Referenzquelle und des Ersatzpegels erhält man den Ersatzsummenpegel, welcher dann die Gesamtlärmbelästigung ausmacht. Dieser Pegel kann dann anhand der Immissionsrichtlinien für die Referenzquelle beurteilt werden.

Eine stark vereinfachende, auf die in Deutschland gebräuchlichen und verfügbaren Pegelkriterien aufbauende Weiterentwicklung des Annoyance-equivalent-Modells stellt die sog. *TÜV-Gesamtlärmstudie* (Tegeder et al. 2000) dar. Dort erfolgt die von Miedema und dem Niederländischen Gesundheitsrat eingeführte Renormierung der Pegel auf eine Referenzquelle nicht anhand von Dosis-Wirkungskurven, sondern durch einfache, quellenspezifische Zu- und Abschläge. Dieses sehr pragmatische Vorgehen basiert nicht auf weitergehenden eigenen wissenschaftlichen Erkenntnissen, sondern beruht auf vorhandenen Untersuchungen und dient ausdrücklich der anwendungsorientierten Vereinfachung von Gesamtgeräuschbetrachtungen – z.B. in Lärmminderungsplänen – und darüber hinaus als Überblicksgrundlage für die Umsetzung in Regelwerke.

6.3.4 Fazit

Aufgrund der bestehenden Unsicherheiten und konkurrierender Modellansätze ist derzeit die Aufstellung eindeutiger Summationsregeln zur Belästigung durch kombinierte Geräuscheinwirkungen nicht möglich. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) schloss in seinem Sondergutachten „Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen“ (SRU 1999) daraus, dass derzeit noch die bisherige getrennte Betrachtungsweise der verschiedenen Lärmarten gerechtfertigt sei. Diese Einschätzung gilt dem Grunde nach weiterhin, auch wenn der SRU sich in seinem Umweltgutachten von 2004 (SRU 2004) erneut ausführlich mit dem Problem der summativen Betrachtung von Lärmquellen auseinandergesetzt hat. Er schildert dort wiederum die vielfältigen Modellierungs- und Beurteilungsprobleme, hebt aber die Notwendigkeit der summativen Geräuschbeurteilung hervor, bezeichnet aber dann die oben erläuterte TÜV-Gesamtlärmstudie als interessanten und entwicklungsfähigen Ansatz (SRU 2004 a.a.O., RN 649).

Das Grundproblem bei der Entwicklung eines Modells zur Gesamtgeräuschbewertung liegt in der Vielzahl akustischer und nicht-akustischer Faktoren, welche das Belästigungsurteil und die körperlichen und psychischen Reaktionen der Betroffenen determinieren. Je mehr dieser Faktoren in einem Modell berücksichtigt werden, desto komplexer und damit schlechter handhabbar wird das Modell. Je weniger Faktoren allerdings berücksichtigt werden, desto geringer ist die Aussagekraft der Ergebnisse. Weiterhin sollte ein allgemeingültiges Beurteilungsmodell den Vergleich verschiedener Immissionssituationen ermöglichen. Das gilt zum einen für die Ist-Situation, zum anderen aber auch für Prognosen mit dem Wegfallen oder dem Hinzukommen von Lärmquellen. Bei der Prognose stellen sich weitere Fragen der situations- und wirkungsgerechten Summation der unterschiedlichen Geräuscharten. Die oben dargestellten Modelle verwenden unterschiedliche Herangehensweisen zur Vorhersage der Wirkungen. Einerseits erfolgt die Beurteilung auf einer rein energetischen Summation der Einzelintensitäten (z.B. energy-summation-model), andererseits versuchen einige Ansätze subjektive Korrekturfaktoren in die Beurteilung der Gesamtsituation mit einfließen zu lassen. Insbesondere das Modell von Vos und die darauf aufbauenden Modelle des Niederländischen Gesundheitsrats und von Miedema versuchen, die Lästigkeitswirkungen beeinflussenden Aspekte zu verknüpfen und eignen sich daher als konkrete Modellvorschläge. Die Prognose der Gesamtlärmsituation ist abhängig von statistisch abgesicherten, realitätsbezogenen Voraussagen. Für Belästigungen sind solche Prognosemodelle am besten geeignet, die auf tatsächlichen Urteilen Betroffener beruhen. Allerdings benötigen solche Modelle gesicherte und detaillierte Dosis-Wirkungskurven der Geräuscharten, die sich auf die gängigen und verfügbaren Pegelwerten für die Verkehrsarten beziehen. Derartige Kurven sind verschiedentlich vorgeschlagen worden, aber noch nicht vereinheitlicht.

Insgesamt ist kein wissenschaftliches Modell explizit dazu geeignet, die Gesamtgeräuschsituation adäquat wiederzugeben. Die Modelle bieten zwar interessante Ansätze. Für den Komplex der Belästigung ist im Abgleich mit der Reaktion der Betroffenen aus Studien festzustellen, dass die Vorraussagen aber mehr oder minder stark von der real empfundenen Gesamtbelästigung abweichen. Insbesondere die Tatsache, das die Lärmwirkungsforschung noch keinen allgemeingültigen Erklärungsansatz für Lästigkeitswirkungen durch kombinierte Lärmquellen und entsprechender Dosis-Wirkungsbeziehungen gefunden hat, erschwert die Entwicklung eines Modells zur Gesamtgeräuschbeurteilung.

Durch die inzwischen mit der Vervollständigung und einsetzenden Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie eingetretenen methodischen Festlegungen ist aber absehbar, dass sich kurzfristig ein fachliches Konzept zur Beurteilung kombinierter Geräuscheinwirkungen durchsetzen wird, das auf dem Annoyance-equivalents-model und daraus abgeleiteten Dosis-Wirkungskurven beruht. Da nach EU-Umgebungslärmrichtlinie bereits bis 2007 für etliche Ballungsräume und große Verkehrsanlagen Lärmkarten und Betroffenheitsbilanzen nach diesem Beurteilungskonzept vorgelegt werden müssen, wird sich schon in den nächsten Jahren eine breite Anwendungspraxis herausbilden, die die Anforderungen an eine Gesamtgeräuschbetrachtung nach eben diesem Modell umsetzt. Daraus ergibt sich eine große Breitenwirkung, die konkurrierende methodische Ansätze nicht erreichen können.

7 Raumbezogene Lärmminderungspotentiale

7.1 Grundstruktur raumbezogener Lärmminderungspotentiale

7.1.1 Struktur der räumlichen Planung

Die räumliche Gesamtplanung ist durch ein inhaltlich und räumlich differenziertes System unterschiedlicher Planungsebenen gekennzeichnet. Die geplante Nutzung und die dabei differenzierte räumliche Struktur eines Planungsgebiets ergibt sich planungstheoretisch aus einer – auch zeitlichen – Abfolge von Planungsprozessen (europäische Raumordnung, Bundesraumordnung, Landesplanung, Regionalplanung, Flächennutzungsplanung/ Stadtentwicklungsplanung, Bebauungsplanung) in denen jeweils Teilfragen „gelöst" und an die nächstfolgende Planungsebene als Vorgabe (z. T. mit förmlicher „Anpassungspflicht") abgegeben werden. Im sog. „Gegenstromprinzip" werden die Ergebnisse rückgekoppelt. Insofern kommt den obersten Stufen der Raumordnung insbesondere die Funktion zu, abstrakte und allgemeingültige Grundsatzentscheidungen zu treffen, die dann den nachgeordneten Planungsebenen, insbesondere der regionalen Raumordnungsplanung, der kommunalen Bauleitplanung und der Fachplanung, zur räumlichen Konkretisierung und Umsetzung überlassen werden. Diese deduktive Arbeitsweise vom Allgemeinen zum Besonderen und vom Großen zum Kleinen ist geübte methodische Praxis der räumlichen Planung und wird durch das eher induktive Gegenstromprinzip ergänzt. Dadurch gilt im Grundsatz: Je kleinräumiger die Planungsebene ist, desto geringer ist der Anteil an „Variablen" und desto stärker orientiert sich die Planung an konkreten baulichen und sonstigen Gegebenheiten. Beispielsweise werden auf der Ebene der Bebauungsplanung und der Fachplanungen grundlegende Fragen der regionalen Funktions- und Flächenzuweisungen sowie bestimmte Bedarfsfragen planungssystematisch i. d. R. von der übergeordneten Planungsebene übernommen und auf der örtlichen bzw. vorhabenspezifischen Stufe verfeinert.

7.1.2 Geräusche als Funktion der Bodennutzung

In der räumlichen Planung sind Umgebungsgeräusche als Auswirkungen bestimmter anthropogener, i. d. R. durch Planungs- und Genehmigungsverfahren legitimierte Bodennutzungen auf andere Flächen und Boden-

nutzungen systematisierbar. Geräuschemissionen sind insoweit Gegenstand räumlicher Planungen, als mit einer als zulässig geplanten emittierenden Bodennutzung Geräuschauswirkungen auf das Umfeld im Sinne der Beeinträchtigung dort bestehender oder ebenfalls geplanter Bodennutzungen entstehen können. Damit kann aus der Nutzungskonkurrenz das Nutzungspotential benachbarter Flächen eingeschränkt werden. Die planerische Konfliktbewältigung erfordert es, die mit einer Bodennutzung verbundene Geräuschemission zu erfassen und zu regulieren. Für die geräuschrelevanten Bodennutzungen sind charakteristische Funktionen der emittierenden Straßen-, Schienen- und Luftverkehrswege sowie Gewerbestandorte – hier als Anlagen bezeichnet – erkennbar, die die Geräuschemission bestimmen:

Straßenverkehr	Kraftfahrzeuge / Anlage und Tag
Schienenverkehr	Züge / Anlage und Tag
Luftverkehr	Flüge / Anlage und Tag
Gewerbe	Schalleistung / Fläche

Unabhängig davon, ob und wie sich dies in späteren anlagenbezogenen Genehmigungen oder Widmungen niederschlägt oder niederschlagen kann, wird dem Grunde nach bei allen raumbezogenen Konzepten mit Geräuschkonflikten eine Kontingentierung der Nutzungsintensität des Bodens nach diesen charakteristischen Funktionen vorgenommen. Dabei erfolgt entweder eine Bewegungsbegrenzung der Anlage oder eine Verteilung der Nutzungsintensität des Bodens im Raum. Bei Gewerbegebieten sind verbindliche Kontingentierungen in der Bauleitplanung möglich, im Luftverkehr Bewegungskontingentierungen auf der Basis der luftverkehrsrechtlichen Genehmigungen. Im Straßen- und Schienenverkehr basiert die „planerische Kontingentierung“ auf Prognosen der Verkehrsbelastung, die zwar nicht verbindlich sind, aber mittel- und langfristig die von der Anlage tatsächlich zu erwartenden Belastungen wiedergeben sollen und die Basis für die Bemessung von Abständen und die Dimensionierung von Schutzmaßnahmen sind. Nicht prognostizierte deutliche Überschreitungen deuten auf Prognose- oder Planungsfehler bzw. nicht vorhersehbare Entwicklungen hin. Häufig sind dies die Auslöser von Sanierungserfordernissen. Das ist u. a. ein Grund dafür gewesen, für die Auswirkungen der Bauleitplanung in § 4c BauGB eine Überwachung zu regeln.

7.1.3 Systematisierung raumbezogener Minderungspotentiale im Verkehrslärm

Für die raumbezogene Lärmminderung sind grundsätzlich drei (in gewissen Grenzen kombinierbare) *Handlungsoptionen* erkennbar:

– Emissionsreduktion durch geräuschmindernde oder -steuernde Eingriffe in die Verkehrsanlage bzw. ihren Betrieb,
– Immissionsreduktion durch räumliche Abstände, Funktionengliederung oder Maßnahmen im Transmissionsweg,
– Reduktion der Geräuschempfindlichkeit betroffener Immissionsorte.

Auf Basis der oben getroffenen sachlichen Eingrenzung lassen sich zunächst allgemein und für die Verkehrsträger Straße, Schiene und Luft bestimmte *Maßnahmengruppen* systematisieren:

(A) Maßnahmen zur Emissionsreduktion bzw. -begrenzung von Verkehrsanlagen

– Emissionsarme technische Gestaltung der Verkehrsanlagen
– Angepasste Netzplanung, Verkehrswege-Hierarchisierung und Verkehrslenkung
– Verkehrsbetriebliche Maßnahmen (Steuerung der Verkehrszusammensetzung, Begrenzung und Harmonisierung von Geschwindigkeiten, Verbesserung des Verkehrsflusses u.v.m.) und Verlagerung von Verkehren auf emissionsarme Verkehrsträger.

(B) Räumliche Zuordnung und transmissionsmindernde Maßnahmen

– Immissionsarme Trassen-, Routen- und Standortwahl für Verkehrsanlagen und -wege,
– Angepasste Standortwahl für geräuschempfindliche und verkehrserzeugende Nutzungen,
– Lärmschutzwände und -wälle, Tunnel und Überdeckelungen, Geländeeinschnitte und dämme.

(C) Empfindlichkeitsreduzierende Maßnahmen am Immissionsort

– Art der baulichen Nutzung,
– Organisation von Grundstück und Freibereich,
– Abschirmung am Immissionsort,
– Fassadenabschirmung und baulicher Schallschutz,
– Grundrissorientierung und Gebäudeorganisation.

Wegen der langfristigen, durch hohe Vermögenswerte, Lebensdauern, integrale Strukturfunktionen im Siedlungsgefüge und große Bauvolumen geprägte Beharrungskraft von Verkehrsinfrastrukturen im Raum besteht praktisch nie die Möglichkeit, „frei“ über die jeweils fachlich am besten geeignete Kombination von Lärmminderungsmaßnahmen zu entscheiden. Vielmehr sind die Handlungsmöglichkeiten immer eingeschränkt. Bestimmte Maßnahmen sind auch nur in kurzen „Zeitfenstern“, z. B. im Rahmen der Planung von Siedlungen oder Infrastrukturen, möglich. Insgesamt sind die Handlungsmöglichkeiten kaum zu generalisieren, es lassen sich aber systematisch folgende *Fallkonstellationen* ableiten, die (in aufsteigender Reihenfolge) wachsende Handlungsspielräume aufweisen:

- Konflikt zwischen bestehender Verkehrsanlage und bestehender geräuschempfindlicher Nutzung.
- Konflikt durch Emissionssteigerung auf bestehender Verkehrsanlage.
- Verkehrsanlage rückt an bestehende geräuschempfindliche Nutzung heran.
- Geräuschempfindliche Nutzung rückt an bestehende Verkehrsanlage heran.
- Gleichzeitige Neuplanung von Verkehrsanlage und geräuschempfindlicher Nutzung.

Betrachtet man die für die räumliche Planung maßgeblichen (informellen und formellen) Verfahren, lassen sich drei Konstellationen für strategische Handlungsmöglichkeiten ableiten:

- Erweiterung emittierender Nutzungen: z. B. Linienfindung (Straßenverkehr, Schienenverkehr), Standortfindung (Luftverkehr), Konzeption von Erschließungssystemen.
- Umbau emittierender und empfindlicher Nutzungen: z. B. Lärmminderungsplanung, Aktionsplanung (EU-Umgebungslärmrichtlinie, Stadtumbau).
- Erneuerung von Nutzungsgefügen: z. B. städtebauliche Sanierung.

7.2 Sachliche Eingrenzung der betrachteten Maßnahmen

In den Kapiteln D.2.3, 3.3 und 4.3 (Technische Minderungspotentiale) wurde aufzeigt, in welchem Umfang und durch welche Maßnahmen die Geräuschemissionen von Straße, Schiene und Luft technisch minderbar sind. Solche Emissionsminderungen wirken bei gleich bleibender Verkehrszusammensetzung raumunabhängig in vollem Umfang auf die Größe der Immission, d. h. eine Emissionsminderung einer Anlage um den Betrag x dB(A) führt zur Minderung der Geräuschimmission dieser Anlage in gleicher Höhe an allen Immissionsorten. Die dadurch erreichbare globale, also räumlich unspezifische Geräuschminderung ist angesichts der Definition des ‚Lärms' als (i. d. R. kleinräumiger) Geräuschkonflikt nicht immer mit einer Lärmminderung gleichzusetzen. Eine Lärmminderung kann grundsätzlich nur in Gebieten eintreten, in denen ein diesbezüglicher Konflikt besteht und die Geräuschminderung diesen bewältigt oder zumindest in signifikanter Weise reduziert. Andererseits können lokale Faktoren wie mehr Verkehr, veränderte Verkehrszusammensetzung und -führung, höhere Geschwindigkeiten oder auch neue Verkehrswege dazu führen, dass technische Geräuschminderungen an den Einzelquellen (über)kompensiert werden. Demgemäß ist davon auszugehen, dass auch bei vollständiger Ausnutzung vorhandener technischer Minderungspotentiale in vielen Situationen eine Bewältigung bestehender Lärmkonflikte nicht zu erreichen ist. Neben der technischen Emissionsminderung bedarf es spezifischer raumbezogener

Konzepte zur Vorsorge vor künftigen und zur Bewältigung vorhandener Lärmkonflikte. Raumbezogene Lärmminderungspotentiale beinhalten ein sehr breites Feld an denkbaren Maßnahmen von technischen Transmissionshindernissen (Wände und Wälle) bis hin zur grundlegenden Veränderung von Siedlungs- und Mobilitätsstrukturen mit dem Ziel der Minimierung schädlicher Geräusche im Siedlungsraum. Als Stichworte dafür können großräumig verkehrsoptimierte und kleinräumig verkehrsfreie Siedlungsmodelle („Stadt der kurzen Wege" und „Autofreie Stadt") angesprochen werden. Ebenso denkbar sind weitreichende Verkehrsvermeidungs- und -verlagerungsszenarien unter verstärkter Einbeziehung nicht-motorisierter bzw. emissionsarmer Verkehrsträger. Den zuletzt skizzierten Maßnahmen ist aber gemein, dass sie unter aktuellen gesellschaftlichen, rechtlichen und volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht bzw. nur punktuell realisierbar sind. Die folgenden Darlegungen beschränken sich vor diesem Hintergrund auf Lärmminderungsmaßnahmen, die die aktuellen Mobilitätsbedürfnisse und die herrschenden verkehrlichen Rahmenbedingungen zugrund legen und auf deren Optimierung gerichtet sind. „Visionäre" bzw. sehr langfristige Maßnahmen zur generellen Verkehrsvermeidung und Umstrukturierung des Siedlungsraums sollen dem gegenüber nicht untersucht werden. Eine weitere notwendige Eingrenzung besteht darin, dass in diesem Rahmen nur Geräuschkonflikte und Minderungsmaßnahmen betrachtet werden sollen, die aus der Interaktion von geräuschemittierender Verkehrsanlage und geräuschempfindlicher Gebietsnutzung resultieren. Individuelle Verhaltensbedingungen etc. sind demgegenüber nicht Gegenstand der Betrachtungen.

7.3 Lärmminderungspotentiale nach Verkehrsträgern

7.3.1 Straßenverkehr

7.3.1.1 Typisierung

Straßen nehmen unterschiedliche Verkehrsfunktionen wahr. Grundsätzlich unterscheidbar sind raumverbindende und flächenerschließende Straßen. Schnittmengen zwischen beiden Funktionen sind häufig und für städtische Hauptverkehrsstraßen sogar charakteristisch. Die typischen auftretenden Lärmkonflikte und geeignete räumliche Minderungspotentiale sind in hohem Maße von der Straßenfunktion abhängig:

1. Typ: Fernverkehrsstraßen (Verbindungsfunktion)
Diese Straßen sind i. d. R. durch hohes Verkehrsaufkommen (DTV > 10 000 Kfz), hohen Schwerverkehrsanteil (> 10%) und hohe Fahrgeschwindigkeiten (> 50 km/h) gekennzeichnet. Sie sind anbaufrei, d. h. haben keine funktionale (verkehrliche) Verknüpfung zu den benachbarten Grundstücken und nur wenige Anschlüsse an das nachgeordnete Verkehrsnetz, sind also weitgehend unabhängig von ihrer direkten Umgebung). Aus diesem Grund

bestehen (bei Neuplanungen) relativ große Trassierungsspielräume (wenige Zwangspunkte) und vielfältige Möglichkeiten der anlagennahen Abschirmung von Geräuschen durch Wände und Wälle, Überdeckung, Tieferlegung usw. Grenzen setzen insbesondere landschaftliche und städtebauliche Konflikte. Wegen der recht hohen Geschwindigkeiten ist auch der Einsatz geräuschmindernder Fahrbahnbeläge erfolgversprechend. Lärmkonflikte an diesen Straßen bestehen dann, wenn der Abstand zu empfindlichen Siedlungsbereichen zu gering ist und/oder die oben genannten Minderungsmaßnahmen nicht greifen. Bis auf topographisch, städtebaulich oder verkehrstechnisch besonders problematische Bereiche ist der Lärmschutz entlang dieser Achsen gut umsetzbar. Bei Neuplanungen und wesentlichen Änderungen von Fernverkehrsstraßen greift inzwischen die 16. BImSchV und stellt mit ihren Grenzwerten ein Mindestniveau an Lärmschutz weitgehend sicher. Allerdings ist dies erst seit ihrem Inkrafttreten im Juni 1990 der Fall. Der weit überwiegende Teil der Fernstraßen ist bereits vor Inkrafttreten der Verordnung entstanden. Besonders in den 1970er und frühen 1980er Jahre gab es, wie die folgende Zeitreihe am Beispiel der Autobahnen zeigt, einen besonders starken Zuwachs an Fernstraßen, deren Lärmschutzsituation nicht selten durch ungelöste Probleme gekennzeichnet ist.

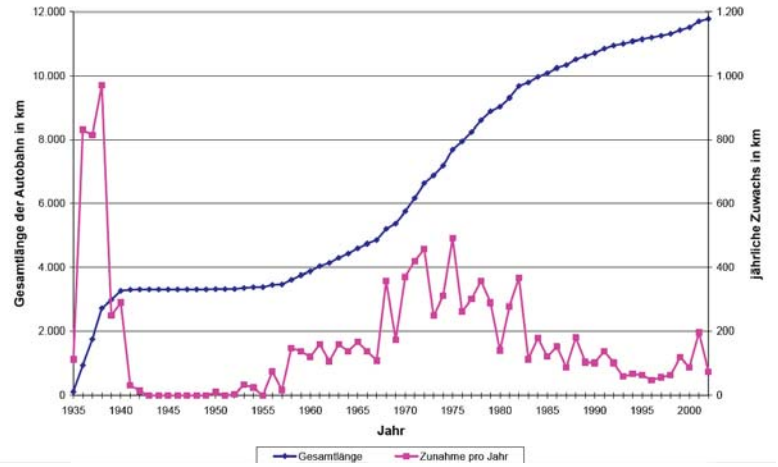


Abb. D.70: Entstehungszeiträume des Autobahnnetzes in Deutschland
Quelle: Institut für ökologische Raumentwicklung 2004

2. Typ Städtische Hauptverkehrsstraßen und Ortsdurchfahrten klassifizierter Fernstraßen (Verbindungs- und Erschließungsfunktion)

Straßen dieses Typs bilden einen Schwerpunkt straßenverkehrsbedingter Lärmkonflikte, weil bei ihnen die räumliche Zuordnung zu Siedlungsflächen grundsätzlich nicht sinnvoll optimierbar ist: Die Verbindungsfunktion lässt

eine von Siedlungsflächen abgerückte Linienführung angeraten erscheinen, die aufgrund der Erschließungsfunktion ausgeschlossen ist – diese Straßen sind ‚städtebaulich integriert'. In den 1960er Jahren ist unter dem städtebaulichen Leitbild der „Autogerechten Stadt" der Versuch unternommen worden, die Verkehrsfunktionen auch im städtischen Raum möglichst weitgehend voneinander zu trennen, d. h. Stadtautobahnen ohne Erschließungsaufgaben (anbau- und kreuzungsfrei) zu realisieren und die Funktion der übrigen Stadtstraßen auf die Quartiererschließung zu begrenzen. Seit dem Scheitern dieses nur in Ansätzen verwirklichten Konzepts in den 1970er Jahren muss davon ausgegangen werden, dass auch mittel- und langfristig in großem Umfang funktionsgemischte Straßen mit erhöhter Belastung von Wohn- und Arbeitsstandorten durch Durchgangsverkehr bestehen werden. Im Bereich der Ortsdurchfahrten werden bis heute durch sukzessive Realisierung von Ortsumgehungen Entlastungen umgesetzt; in den größeren Städten ist dies nur begrenzt möglich, da erhebliche Verkehrsmengen gerade die Innenstädte zum Ziel haben. In derartigen Situationen sind die Handlungsmöglichkeiten begrenzt: Transmissionsmindernde Maßnahmen fallen bei angebauten Straßen praktisch aus, und geräuschmindernde Fahrbahnkonstruktionen werden wegen der relativ geringen Geschwindigkeiten kaum wirksam. Das Maßnahmenspektrum ist daher im Wesentlichen auf Verkehrslenkung und auf Maßnahmen an den Immissionsorten selbst begrenzt.

3. Typ Erschließungsstraßen
Reine Erschließungsstraßen nehmen nur sog. ‚gebietseigenen' Verkehr auf. Lärmkonflikte sind eher selten und deuten auf Defizite in der Netz- oder Straßenraumplanung hin (Fehlnutzung von Straßen, unerkannte Verbindungsfunktion, unangepasste Geschwindigkeiten etc.). Gleichwohl lässt sich an den Erschließungsstraßen sehr gut demonstrieren, dass in der Siedlungsstruktur heutiger Ausprägung ein gewisser Umfang an Verkehrsgeräuschen systembedingt nicht vermeidbar ist.

7.3.1.2 Maßnahmenspektrum zur lokalen Emissionsreduktion bzw. –begrenzung

Technische Gegebenheiten und Straßenzustand

Die Geräuschentstehung des einzelnen Fahrzeugs im Straßenverkehr hängt wesentlich vom Motoren- und vom Rollgeräusch, bei höheren Geschwindigkeiten auch vom Windgeräusch ab. Das Motorengeräusch spielt bei höheren Geschwindigkeiten kaum mehr eine Rolle – die Bedeutung der Fahrwegbeschaffenheit steigt daher erheblich an. Geräuschmindernde Straßenbeläge wirken besonders auf schnell befahrenen Straßen – hier können erhebliche Effekte erzielt werden, deren erzielbarer Umfang noch Gegenstand der Forschung und technischen Optimierung sind (vgl. Kap. D.2). Im Stadtverkehr spielen Fahrbahngegebenheiten keine bedeutende Rolle, sofern es sich nicht um einen unregelmäßigen Pflasterbelag mit weiten Fugen (z. B. Kopfstein-

pflaster) handelt. Das größte Lärmminderungspotential (bis zu 6 dB(A)) ergibt sich beim Ersatz von Kopfsteinpflaster durch Flüsterasphalt. Erheblichen Einfluss hat der Straßenzustand. Defekte Dehnfugen, Schlaglöcher und Bodenunebenheiten erhöhen die Geräuschemission (ähnlich wie bei Pflaster) und tragen allgemein zur Unstetigkeit der Geschwindigkeiten bei.

Fahrgeschwindigkeiten

Die Effekte von Geschwindigkeitsbeschränkungen sind differenziert zu betrachten. Im Siedlungsraum werden ihre Effekte oft durch suboptimales Fahrverhalten (hochtourig, unregelmäßig) kompensiert. Wenn aber im Zusammenwirken der Geschwindigkeitsbegrenzung mit Maßnahmen im Straßenraum und an der Verkehrsführung eine Verstetigung des Verkehrsflusses erreicht werden kann, sind Potentiale erschließbar. Ob eine flächenhafte Absenkung des Geschwindigkeitsniveaus in Städten, z. B. auf 30 km/h, signifikante Geräuschwirkungen haben könnte, ist empirisch nicht belegbar. Gleichwohl spricht vieles dafür, dass dadurch nach einer Adaptionsphase im Vergleich zur heute gültigen Höchstgeschwindigkeit etliche die Stetigkeit des Verkehrsflusses behindernde Interaktionen (Kraftfahrzeuge mit anderen Kraftfahrzeugen, Radfahrern, Fußgängern etc.) besser und gleichmäßiger abgewickelt werden und insofern zumindest Verbesserungen der Geräuschqualität eintreten könnten. Bei Fernverkehrswegen sind Geräuscheffekte von Geschwindigkeitsbeschränkungen einfacher einzuschätzen: Jenseits von 70 km/h führen sie nicht zu Unstetigkeiten, zusätzlichen Schaltvorgängen etc., sondern verringern die Geräuschemission direkt. Bei Pkw liegt die nach RLS-90 berechnete Pegeldifferenz beispielsweise zwischen 130 und 100 km/h bei rund 3,2 dB(A). Die schalltechnische Wirksamkeit von Geschwindigkeitsbegrenzungen im Fernstraßennetz hängt allerdings wesentlich von der Akzeptanz der Regelung durch die Fahrer und vom Schwerverkehrsanteil auf der Straße ab. So sind z. B. nächtliche Geschwindigkeitsbegrenzungen an Autobahnen mit hohem nächtlichen Schwerverkehrsanteil (in der Praxis treten bis zu 50% Lkw auf) faktisch wirkungslos.

7.3.1.3 Verkehrslenkung und Netzplanung

Da Straßen zum Gemeingebrauch gewidmet sind, kann eine direkte Geräuschkontingentierung im Sinne der Beschränkung von Fahrten, wie sie beispielsweise bei der Bewegungskontingentierung im Luftverkehr (siehe dort) angewandt wird, nicht erfolgen. Eine gezielte Verkehrslenkung im Siedlungsraum, ggf. in Verbindung mit Netzmaßnahmen, kann sich aber im Einzelfall deutlich positiv auf die Geräuschimmissionssituation auswirken. Durch angepasste Hierarchisierung der Verkehrswege insbesondere des städtischen Straßennetzes kann Verkehr entsprechend den erschlossenen und angrenzenden Nutzungen so geführt werden, dass Durchgangsverkehre auf konfliktarmen Trassen gebündelt sind und empfindlichere Bereiche nicht berühren (z. B. durch Direktanbindung von Gewerbegebieten an das Fernstraßennetz ohne Berührung

von Wohngebieten). Durch die Bündelung der Verkehrsströme auf wenigen Haupttrassen kann das Netz der Wohn- und Erschließungsstraßen deutlich von Verkehrslärmeinwirkungen entlastet werden. Voraussetzung für die Bewältigung von Lärmkonflikten an belasteten Straßenabschnitten durch Verkehrslenkung ist allerdings, dass

- zur Bündelung von Verkehrsströmen verkehrlich geeignete Entlastungsachsen mit Reservekapazität zur Verfügung stehen,
- an der Entlastungsachse keine zusätzlichen Lärmkonflikte entstehen,
- große Verkehrsanteile der zu entlastenden Straßenabschnitte verlagert werden können (mindestens 50%, um überhaupt einen deutlich spürbaren Effekt („3-dB(A)-Schwelle“ zu erzielen),
- der Anteil des Schwerverkehr möglichst weit reduziert werden kann,
- „Schleichverkehre“ und das „Nachrücken“ bislang von der zu entlastenden Achse verdrängten Verkehre unterbunden werden können.

Beispielrechnung einer erfolgreichen Verkehrslenkung

Prämissen: Hauptachse ist aufnahmefähig (Verkehrsfluss bleibt erhalten; Immissionssituation ist unkritisch), Gesamtverkehr bleibt gleich, Lkw-Anteil auf der Nebenachse kann deutlich reduziert werden.

Ausgangssituation

Hauptachse	DTV	30.000, 25% Lkw	
Nebenachse	DTV	9.000, 25% Lkw	

Nach Lenkungsmaßnahme

Hauptachse	DTV	36.000, 28% Lkw	+ 1 dB(A)
Nebenachse	DTV	3.000, 10% Lkw	- 8 dB(A)

Bei Verkehrslenkungen ist – besonders wenn dafür Straßenneu- oder -ausbau vorgesehen ist – eine differenzierte Untersuchung der Wirksamkeit und möglicher Nebenfolgen notwendig. Gleiches gilt für die als „betriebliche Maßnahmen“ geltenden verkehrsrechtlichen Eingriffe wie Lichtsignalsteuerung, Betriebszeitbegrenzungen, Parkraumbewirtschaftung und Sperrung von Straßen für bestimmte Verkehrsarten. Für die Netzplanung ist eine detaillierte Untersuchung der Quell- und Zielverkehre sowie der Durchgangsverkehre erforderlich. Entsprechende planerische Überlegungen sind schon auf der Ebene der Flächennutzungsplanung (§ 5 BauGB) anzustellen. Die Netzplanung steht oft in Kombination mit verkehrslenkenden Maßnahmen. Bei der Bündelung des Verkehrs auf Hauptverkehrsstraßen sind auch die Belange des Schallschutzes zu beachten. Günstig sind Trassen, die nicht durch Wohngebiete führen oder durch weniger lärmempfindliche Puffernutzungen von der Wohnbebauung getrennt sind.

Ein Sonderfall der Netzplanung und Verkehrslenkung sind Entlastungsstraßen und Ortsumgehungen. Auch diese Maßnahmen müssen den oben dargestellten Anforderungen genügen. In der Praxis sind die Entlastungswirkungen oft unzureichend, weil

- Verlagerungseffekte überschätzt werden (hoher Anteil erschließender Verkehre; geringe Bereitschaft, Umwege in Kauf zu nehmen; Gewohnheiten...),
- zwar Pegelminderungen entstehen, diese aber die bestehenden Nutzungskonflikte nicht lösen,
- die entlasteten Achsen Neuverkehre anziehen,
- entlang der Entlastungsachsen nur „Mindestschutz" nach 16. BImSchV gewährt wird (Gesamtbetroffenheit der Wohn- und Arbeitsbevölkerung u. U. höher als vor der Maßnahme),
- neue Entwicklungsbarrieren entstehen, die mitttelfristig selbst Konflikte erzeugen,
- Erholungsfreiräume verlärmt werden (kein normativer Schutz für diese Gebiete!),
- Schwerverkehre auf der Ortsdurchfahrt verbleiben (Ziel- und Quellverkehr bestehender Gewerbe-, Sonder- und Kerngebiete).

7.3.1.4 Räumliche Zuordnung von Straßen und Siedlungsflächen

Der § 41 BImSchG fordert i. V. m. § 50 BImSchG die verträgliche Zuordnung von Verkehrswegen zu empfindlichen Nutzungen. Die 16. BImSchV soll mit ihren Grenzwerten die Obergrenze der Akzeptabilität von Geräuschen durch neue Verkehrswege definieren; die Werte sind also – wenn möglich – zu unterschreiten. Andererseits gibt die 16. BImSchV ausdrücklich die Möglichkeit, bei „Unverhältnismäßigkeit" die Werte sogar zu überschreiten und dies technisch bzw. finanziell zu kompensieren. Die verträgliche räumliche Zuordnung neuer Anlagen ist insofern rechtlich nicht abschließend verbindlich gesichert. Der stark eingeschränkte Geltungsbereich der 16. BImSchV führt insgesamt dazu, dass die verträgliche Zuordnung von Landverkehrswegen rechtlich nur eingeschränkt wirksam wird. Maßgeblich dafür ist, dass selbst in hochbelasteten Lagen keine Summenbildung der Geräusche aller einwirkenden Straßenverkehrsanlagen vorgesehen ist, d. h. die Grenzwerte gelten isoliert für die neue Anlage. Dadurch kann im Einzelfall eine deutlich höhere Gesamtbelastung durch Verkehrsgeräusche entstehen und die verträgliche räumliche Zuordnung wirkungsseitig aushebeln.

Aus fachlicher Sicht ist die verträgliche räumliche Zuordnung insbesondere von Straßen (weniger von Schienenwegen) zu empfindlichen Nutzungen ein ebenso wichtiges wie problembehaftetes Prinzip. „Räumliche Zuordnung" ist hinsichtlich des Verkehrslärms synonym mit „ausreichendem Abstand". Einfache Modellrechnungen zeigen, dass eine nach den Grenzwerten der 16. BImSchV verträgliche Nachbarschaft zwischen einer durch-

schnittlich genutzten Autobahn und einem Allgemeinen Wohngebiet ohne weitere Schutzmaßnahmen einen Abstand von rund 700 m erfordert. Es ist einleuchtend, dass ein derart großer Abstand in der Siedlungsstruktur in Deutschland, ebenso in vielen Teilen Europas, nicht flächendeckend erzielbar ist. Die Problematik verschärft sich dadurch, dass der Verkehrswegebau aus Bedarfsgesichtspunkten gerade in den dichter besiedelten Regionen forciert wird und dass das weite Abrücken von Verkehrsachsen in den unbesiedelten Raum andere, ebenfalls relevante Umweltkonflikte wie die Zerschneidung von Landschaftsräumen und damit die Beeinträchtigung hochwertiger Biotope u. v. m. hervorrufen kann. In solchen Fällen stehen humanökologische Ansprüche in direktem Zielkonflikt mit anderen ökologischen Belangen. Ohnehin kommt ein räumlicher Abstand zur Lösung von Lärmkonflikten nur bei Fernverkehrsstraßen mit reiner Verbindungsfunktion (Typ 1 nach Definition in Kapitel D.7.3.1.1) in Frage. Bei Straßen, die zugleich oder ausschließlich Erschließungsfunktionen erfüllen und insofern nah an die Grundstücke mit – auch empfindlichen – Bodennutzungen herangeführt werden müssen, sind konfliktlösende Abstände aus der Natur der Sache heraus bei weitem nicht erreichbar.

7.3.1.5 Straßenraum

Die Geräuschminderungspotentiale optimierter Fahrweise (niedertourig, gleichmäßig), die gegenüber ungünstiger Fahrweise messbare 3–4 dB(A) (bei mutwillig lauter Fahrweise auch deutlich mehr) ausmachen können, sind für die räumliche Planung nur durch eine Straßenraum- und Knotenpunktgestaltung erschließbar, die derartige Fahrweisen ermöglicht und fördert. Auch die Akzeptanz von Geschwindigkeitsbegrenzungen ist von den Straßenraumgegebenheiten abhängig. Aus Sicht des Lärmschutzes ist dabei in allen Situationen eine Straßenraumgestaltung zu bevorzugen, die zu moderaten und gleichmäßigen Geschwindigkeiten der motorisierten Fahrzeuge führt. Dadurch sind gegenüber unstetigen Fahrten neben mäßigen Reduktionen im Bereich der Mittelungspegel vor allem Verbesserungen des „Geräuschkomforts“ im Straßenumfeld erzielbar (weniger Geräuschspitzen und abrupte Pegelverläufe). Die geräuschorientierte Optimierung des Straßenraums steht dabei besonders im hochverdichteten Bereich in einer teils schwierigen Wechselbeziehung zu anderen Ansprüchen der Öffentlichkeit, z. B. hinsichtlich der Verkehrsfunktion, der Durchlässigkeit für Fußgänger, von Gestaltungsanforderungen und des ruhenden Verkehrs.

Denkbare Maßnahmen sind

- Kreisverkehre statt Lichtsignalanlagen,
- Verengen von Fahrstreifen; Abrücken der Fahrstreifen von der Straßengrenze,
- Entflechten der Verkehre (MIV, Fahrrad, Fußgänger) zur Verstetigung des Verkehrsflusses,

– Vermeiden von Störungen des Verkehrsflusses (z. B. durch optimierte Zuordnung des Stellplatzangebots und durch Ordnung des straßenquerenden fußläufigen Verkehrs),
– Verringern der Sichtweiten im Straßenraum und optische Verengung (z. B. durch Alleebäume und Einbauten).

In der Diskussion dieser Maßnahmen erweist es sich immer wieder als problemtisch, dass der rechnerische Nachweis der akustischen Wirksamkeit solcher Maßnahmen mit der in Deutschland eingeführten Rechenvorschrift (RLS-90) nicht gelingt. Das ist nicht darauf zurückzuführen, dass keine positiven Effekte entstehen, sondern zunächst darauf, dass der Parameter Verkehrsfluss im Berechnungsverfahren nicht implementiert ist und eine zuverlässige Bestimmung der Effekte nur ex-post und am konkreten Fall, nämlich messtechnisch und durch Befragung der Betroffenen, durchführbar ist.

Verkehrsvermeidung und –verlagerung auf emissionsarme Verkehrsträger

Fester Bestandteil der Lärmminderungsdiskussion ist die allgemeine Forderung nach Verkehrsvermeidung und Verlagerung motorisierter Individualverkehre auf den öffentlichen Personenverkehr und den nicht-motorisierten Bereich. Diese Forderung ist vor dem Hintergrund der vielfältigen durch den motorisierten Individualverkehr ausgelösten Belastungen (Treibhausgase, Unfallrisiken, Luftverunreinigungen, Flächenverbrauch...) plausibel. Der quantitative Effekt der Entlastung im Siedlungsraum ist in Bezug auf die Geräuschimmissionssituation allerdings eher gering. Wegen der Gesetzmäßigkeiten der Geräuschsummation (Querverweis Kap. 6) sind sehr große anteilige Verlagerungen notwendig (> 50% der Verkehrsstärke), um überhaupt signifikante Geräuschminderungen feststellen zu können. Wesentliche Effekte (> 3 dB(A)) sind insofern ohne radikale Einschnitte durch gesetzliche Regelungen (z. B. Fahrverbote, Teilsperrungen) mit sog. ‚klassischen' push-pull-Maßnahmen nicht erzielbar, insbesondere nicht im oftmals pegelbestimmenden Schwerverkehr. Ohne ergänzende Maßnahmen können sich durch Verkehrsverlagerungen bei isolierter Betrachtung des Lärms auch Nachteile ergeben (Ersatz von MIV durch laute Busse; stockender Verkehrsfluss durch Fahrräder auf der Fahrbahn ...).

7.3.2 Schienenverkehr

Im Schienenverkehr bestehen wie im Straßenverkehr fahrzeugtechnische (vgl. Teilkap. D.3), bauliche (anlagenbezogene) und betriebliche Potentiale zur Geräuschminderung. Neu zu errichtende oder wesentlich zu ändernde Schienenwege sind durch die §§ 41 und 50 BImSchG dem Grundsatz der verträglichen Zuordnung ebenso unterworfen wie Straßen. Durch die bei Bahnstrecken deutlich größeren Mindest-Kurvenradien und die kleineren möglichen Steigungen bestehen jedoch dem Grunde nach größere Restriktionen der Linienführung, die eine kleinräumige Umfahrung empfindlicher Bereiche deutlich erschweren. Da der Neubau im Schienenverkehr sich in

den letzten Jahren einerseits auf siedlungsnahe Nahverkehrssysteme (Stadt- und S-Bahnen) und andererseits auf stark geräusch emittierende Schnellfahrstrecken (ICE-Trassen) konzentriert hat, kommt diesem Problem eine besonders ausgeprägte Rolle zu. Die Minderungspotentiale durch transmissions-mindernde Maßnahmen sind ähnlich einzuschätzen wie bei nicht-angebauten Fernverkehrs-straßen. Bei Schienenwegen entfallen die beim Straßenverkehr notwendigen Sicherheits-Seitenabstände der Schallschutzanlagen, so dass sogar ein effektiverer Schutz mit sehr nahe an der Quelle stehenden Schallschirmen erreicht werden kann. Ähnlich zum Straßenverkehr hat auch beim Schienenverkehr die Beschaffenheit der Trasse eine erhebliche Bedeutung. So unterscheidet sich der Vorbeifahrtpegel bei gut gewarteten Schienenwegen mit gleichmäßiger Gleislage und -zustand um bis zu 3 dB(A) von Gleisen schlechten Zustands. Insgesamt ist auch der Gleisbau selbst für die Geräuschemission des Schienenwegs (Reflexionsverhältnisse und Körperschallübertragung) entscheidend. Problematisch dabei ist, dass gerade die modernen Gleisbaukonstruktionen (Feste Fahrbahn, Betonschwellen), die von den Bahnnetzbetreibern aus technischen und wirtschaftlichen Gründen präferiert werden, gegenüber der traditionellen Bauweise (Holzschwellen) deutlich nachteiligere Geräuscheigenschaften aufweisen und z. T. aufwendig schallgedämmt werden müssen. Die Potentiale im Bahnbetrieb liegen vor allem in der Bündelung geräuschintensiver Fahrten (Güterzüge) auf „unempfindliche“ Zeiten, d. h. insbesondere die Vormittags- und Nachmittagsstunden und die Verlagerung auf unempfindliche Routen. Die Handlungsmöglichkeiten sind aber skeptisch einzuschätzen. Tatsächlich verkehren die meisten Güterzüge nachts. Das resultiert aus Fahrplankonflikten (Personenverkehr – Güterverkehr) am Tage und verkehrlicher Ziele („Nachtsprungverkehre“). Auch die Nutzung unempfindlicher Routen ist dadurch stark limitiert, dass das grobmaschige Netz von Eisenbahnstrecken in Deutschland, die technisch und geographisch geeignet sind, Güterverkehr aufzunehmen, sehr grobmaschig ist. Gerade die letzten, bereits nach der 16. BImSchV dimensionierten Neubaustrecken der Deutschen Bahn, zu nennen ist die Achse Köln – Frankfurt, sind technisch nicht auf Güterverkehr ausgelegt. Dieser verbleibt auf den konfliktträchtigen Altbautrassen.

7.3.3 Luftverkehr

Die raumbezogene Regulierung von Fluglärm ist aus mehreren Gründen methodisch sehr anspruchsvoll und problembehaftet. Im Folgenden werden die dafür maßgebenden Faktoren kurz dargestellt.

Vielfalt der Belastungsindikatoren

Als problematisch ist zuerst hervorzuheben, dass es noch immer strittig ist, wie luftverkehrsbedingte Geräusche fachlich angemessen ermittelt, beschrieben und bewertet werden können. Die bei Straßen und Schienen zumindest

eingeschränkt mögliche Umsetzung der langfristigen Verkehrsbelastung in energieäquivalente Mittelungspegel ist bei Fluglärm mit großen Problemen behaftet, die insbesondere daraus resultieren, dass Fluglärm im Umfeld von Flughäfen sehr unregelmäßig auftritt und in diese Unregelmäßigkeiten für die Betroffenen weitgehend unberechenbar sind. Dies wiederum resultiert aus dem spezifischen Zeitablauf des Flugbetriebs und aus der Vielzahl der besonders an großen Flughäfen möglichen Betriebskonfigurationen (Flugrouten und Betriebsrichtungen, siehe unten, Punkt 7.5.1.2), die kurzfristig starke Belastungsveränderungen bewirken können und auf Ebene der räumlichen Planung kaum handhabbar sind. Der bei Landverkehrswegen gegebene eindeutige geographische Bezug zwischen Emissions- und Immissionsort existiert bei Flughäfen nicht. Die Lage der Emissionsachsen ist veränderlich. Die für eine angemessene akustische und medizinische Beschreibung dieser Situation notwendige Vielzahl von Einzelkriterien erschwert es, bei der Planung bzw. Optimierung von Flughäfen geeignete Nutzenfunktionen zu finden. Lärmmedizinische Gutachten im Rahmen der Planung von Flughafenstandorten (jüngst die sog. Fluglärmsynopse von Jansen, Griefahn, Scheuch und Spreng für das Ausbauverfahren Flughafen Frankfurt Main) zeigen bis zu 40 Einzelkriterien mit Schwellenwerten auf. Es erscheint kaum leistbar, dafür eine geeignete Optimierungsfunktion zu finden.

Vielfalt der Betriebskonfigurationen

Start- und Landebahnen sollen im Regelfall in beide Richtungen genutzt werden. Daraus ergeben sich je Bahn zwei mögliche Betriebsrichtungen. Wenn ein Flughafen über mehrere nicht-konvergierende Bahnen verfügt (z. B. Frankfurt, Köln-Bonn, Hamburg), erhöht sich die Zahl der möglichen Betriebsrichtungen. Die Wahl der Betriebsrichtung obliegt der Flugsicherung und hängt vor allem von den aktuellen meteorologischen Bedingungen, im Wesentlichen der jeweiligen Windrichtung, ab. Start- und Landevorgänge müssen grundsätzlich bei Gegenwind stattfinden und sind bei Rückenwind nur möglich, wenn dieser sehr gering ist. Die Betriebsrichtung von Start- und Landebahnen wird aus diesem Grund kurzfristig operativ von der zuständigen Flugsicherung festgelegt und abhängig von den Windbedingungen gewechselt. Wie oft dies geschieht, hängt allein von der Meteorologie ab: Bei stabilen Wetterlagen kann die Betriebsrichtung mehrere Wochen unverändert bleiben, ebenso gut ist es aber möglich, dass sie im Laufe eines Tages oder einer Nacht mehrfach gewechselt werden muss. Insbesondere aus dem Zusammenhang von Bahnkonfiguration und Betriebsrichtungen folgt die große Vielzahl von Flugrouten, die an Verkehrsflughäfen für An- und Abflug festgelegt werden. Über An- und Abflugrouten werden Flughäfen an die großräumigen Flugkorridore angebunden. Wegen der oben beschriebenen Wetterabhängigkeit der Betriebsrichtung müssen mindestens so viele Flugrouten festgelegt werden, dass Flugzeuge aus allen möglichen Abflugrichtungen jeden Korridor erreichen und umgekehrt (d. h. im Extremfall müssen Flugzeuge in Richtung

Süden bei Abflug nach Norden über eine geeignete Abflugroute um 180° geschwenkt und auf einen Korridor nach Süden geführt werden). In der Praxis werden noch deutlich mehr Flugrouten festgelegt, um betriebliche Flexibilität zu erlangen und die Kapazität zu steigern. In der folgenden Übersicht ist beispielhaft die Bahnkonfiguration des Flughafens Köln-Bonn mit den zugehörigen Abflugrouten dargestellt. Dazu kommen noch (hier nicht dargestellt) die geradlinig auf die Bahnen zulaufenden Anflugrouten. Schwarz dargestellt sind die Toleranzgrenzen: Flugzeuge halten die Flugroute in aller Regel nicht präzise ein, sondern weichen räumlich davon ab. Das „Flugerwartungsgebiet" ist daher deutlich breiter als die Flugroute dies impliziert.

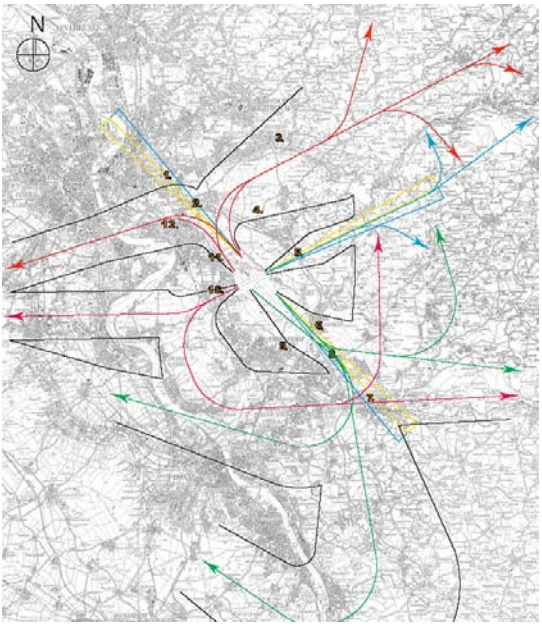


Abb. D.71: Bahnkonfiguration des Flughafens Köln-Bonn mit Abflugrouten
Quelle: Flughafen Köln-Bonn AG

Die Belegung der Flugrouten erfolgt – ausgehend von der Betriebsrichtung – kurzfristig durch operative Entscheidung der Flugsicherung, die insbesondere betriebliche Kriterien einbezieht (Ziele des aktuellen und nachfolgender Flüge).

Instrumentelle Aspekte

Zuständigkeiten und Verfahren sind im Luftverkehr eher unübersichtlich geregelt und sind in einigen Bereichen auch unangemessen verteilt bzw. strukturiert. So werden z. B. die für die Fluglärmbelastung bedeutsamen Flugrouten ohne Öffentlichkeitsbeteiligung und geregeltes Verfahren durch

hoheitliches Handeln des Luftfahrt-Bundesamtes in Zusammenarbeit mit der Deutschen Flugsicherung festgelegt. Die Belegungsstrategie der Flugrouten wird sicherheitsstrategisch und betrieblich-operativ durch die Flugsicherung bestimmt. Bewegungskontingentierungen werden durch die Genehmigungsbehörden festgelegt – ein geregeltes Verfahren existiert nicht. Offenbar als eine Art Kompensation für die geringen verfahrensmäßigen Mitwirkungsmöglichkeiten der Betroffenen sieht das Luftverkehrsgesetz (§ 32b) für alle Flughäfen die Einrichtung von Lärmschutzkommissionen vor, die allerdings nur beratende Funktion haben.

Verbleibender raumbezogener Handlungsspielraum

Die Bewältigung von Fluglärmbelastungen bewegt sich in einem Spannungsfeld unzureichender rechtlicher Rahmensetzung, geringer praktischer Handlungsmöglichkeiten und unzureichender Verfahrensgestaltung. Aus fachlicher Sicht sind die folgenden Möglichkeiten zur Minderung bzw. gezielter Verteilung von Fluglärm denkbar:

– Emissionsreduktion durch Einsatz lärmarmer Flugzeuge (ggf. durch emissionsabhängige Staffelung von Landegebühren) und Flugverfahren sowie begrenzender Kontingentierung (ggf. auch zeitlicher Begrenzung) der Flugbewegungen,
– Optimierung der Belastungsverteilung und -intensität im Raum durch gezielte Führung und Belegung von Flugrouten,
– Regelung der baulichen Nutzung in Belastungsgebieten,
– Passiver Schallschutz in Belastungsgebieten.

7.3.3.1 Emissionsbegrenzung und geräuschabhängige Bewegungskontingentierung

Insbesondere beim Antriebsgeräusch der Maschinen mit Düsentriebwerken sind in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt worden. Der „Lärmteppich“ oder „Footprint“ eines Flugzeugs – er bezeichnet die projizierte Fläche, auf der bei Start bzw. Landung ein bestimmter Maximalpegel am Boden erreicht wird – hat sich dadurch deutlich verkleinert. Gegenüber den ersten Düsenjets der 1950er Jahre emittieren moderne Maschinen bei gleicher Leis-

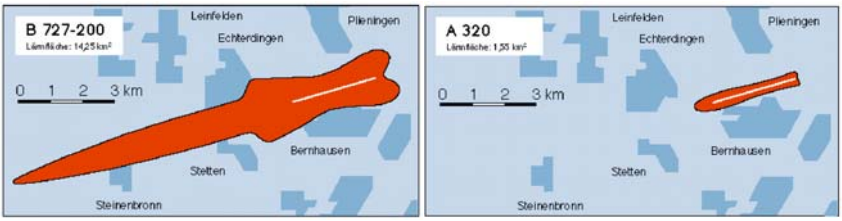


Abb. D.72: Vergleich der 70-dB(A)-Footprints der Flugzeugtypen B727-200 und A320 beim Start vom Flughafen Stuttgart

tung etwa 25 dB(A) weniger; das entspricht einer flächenmäßigen Reduktion der 70 dB(A)-Footprints um rund 90%. Für das nächste Jahrzehnt schätzen Fachleute das technisch erreichbare Minderungspotential in der Größenordnung von nochmals rund 10 dB(A) ein. (vgl. Teilkap. D.4.3)

Die maschinenseitigen Pegelreduktionen sind allerdings in den letzten Jahrzehnten durch das steigende Durchschnittsgewicht der Flugzeuge (und damit einhergehende stärkere Motorisierung) z. T. kompensiert worden. Im Rahmen der Bewegungskontingentierung wird versucht, besonders laute Flugzeuge von Flughäfen in Deutschland zu verdrängen und den Einsatz leiser Maschinen zu fördern. Nach einer internationalen Klassifizierung der ICAO (Internation Civil Aviation Organization) werden Flugzeuge nach ihren Emissionseigenschaften bewertet. Grundlage dafür ist das internationale Luftverkehrsabkommen *(Convention on International Civil Aviation vom 7.12.1944)* mit dem fortgeschriebenen *Annex 16*[xx], der die Flugzeugtypen nach ihren Geräuscheigenschaften in Kapiteln, den sog. *Chapters*, zusammenfasst. Die sog. Chapter-2-Flugzeuge sind derzeit die lautesten in Deutschland grundsätzlich noch einsetzbaren Zivilluftfahrzeuge. Auf etlichen deutschen Flughäfen dürfen diese Maschinen nicht mehr starten und landen. Betroffen sind zum Beispiel Maschinen der Reihen Boeing 727, 747-200 und 737-200. Cargo-Fluggesellschaften, die typischerweise den Nachtzeitraum nutzen, mussten nach Übergangsfristen auf leisere Modelle, z. B. Boeing 757 oder Airbus A 300, umsteigen. In der gesamten EU gilt seit April 1995 ein Start- und Landeverbot für Chapter-2-Flugzeuge, die älter als 25 Jahre sind. Seit dem 1.4.2002 dürfen auf EU-internen Flügen keine Chapter-2-Flugzeuge mehr eingesetzt werden. Chapter-3-Flugzeuge sind Flugzeugtypen, deren Musterzulassung nach dem 6. Oktober 1977 erfolgte und die den strengeren Lärmbestimmungen der ICAO, Annex 16, Volume 1, Chapter 3 entsprechen. Innerhalb der EU erhalten Flugzeuge, die diesen Richtlinien nicht entsprechen, seit November 1990 keine Verkehrszulassung mehr. Da die Klassifizierung Chapter-3 technisch veraltet ist, führt das BMVBW eine zusätzliche Bonusliste mit besonders leisen Chapter-3-Flugzeuge. Diese Bonusliste-Maschinen erhalten bei der Bewegungskontingentierung Anrechnungsvorteile. Im September 2001 wurde durch die ICAO die Klassifizierung Chapter-4 definiert. Diese Bestimmung muss von allen Flugzeugen erfüllt werden, deren Musterzulassung nach dem 1. Januar 2006 erfolgen wird. Die Berücksichtigung dieser Typenklasse in der Bewegungskontingentierung ist noch unklar. Die Entlastungswirkung von Bewegungskontingentierungen hängt naturgemäß vom Umfang der eingeräumten Kontingente und seiner Entwicklung ab. So ist es denkbar, mit der Bewegungskontingentierung (analog zu den zur Minderung des Kohlendioxidausstoßes einzuführenden Emissionszertifikate) Minderungsziele zu verfolgen und die Fortentwicklung des Standes der Technik über gleich bleibende Bewegungskontingente an die

[xx] Environmental Protection, darin Band I – Aircraft Noise; Stand Juli 2003

belasteten Räume „weiterzugeben". In der Vergangenheit ist dies nicht der Fall gewesen, sondern die Bewegungskontingentierung wurde fast ausschließlich dazu eingesetzt, durch optimierten Einsatz emissionsgeminderter Fluggeräte bei stabiler Geräuschbelastung die Flugbewegungszahlen zu steigern. So hat sich in den letzten Jahren eine gleich bleibende bzw. leicht ansteigende Tendenz der Geräuschbelastung im Umfeld von Flughäfen ergeben.

7.3.3.2 Optimierung der Belastungsverteilung im Raum

Von entscheidender Bedeutung für die Fluglärmbelastung von Immissionsorten ist die Festlegung der An- und Abflugrouten. Das Ziel, nur unbesiedelte Gebiete zu überfliegen, ist an den meisten Verkehrsflughäfen in Deutschland nicht umsetzbar. Grundlage für jede Optimierung ist die möglichst genaue Einhaltung der Sollkurse durch die einzelnen Luftfahrzeuge. Große Streubreiten führen zu entsprechend großen Flugerwartungsgebieten und Zufälligkeiten in der Geräuschverteilung. Aus diesem Grund sind an einigen Flughäfen automatisierte Navigationsverfahren installiert worden, die die Abweichungen von der Ideallinie reduzieren sollen. Ist dies sichergestellt, kann über „lärmoptimierte Flugrouten" diskutiert werden. Praktisch ist das eine Aufgabe der Lärmschutzkommissionen, die in zum Teil kontroversen und langwierigen Abstimmungsverfahren versuchen, einvernehmliche Flugrouten zu definieren, die jeweils von der Flugsicherung auf ihre technische Machbarkeit überprüft werden müssen. Die Ergebnisse stellen oftmals „kleinste gemeinsame Nenner" dar, denen kein nachvollziehbares methodisches Konzept und – wegen der beschriebenen methodischen Schwierigkeiten – meist nicht einmal eine quantitative Optimierung zugrunde liegt.

7.3.3.3 Regulierung der Bodennutzung in Belastungsbereichen

Nach den Regelungen des Fluglärmschutzgesetzes werden für Verkehrsflughäfen Lärmschutzbereiche festgesetzt, die alle 10 Jahre an die aufgelaufenen Messerergebnisse angepasst werden. Der Lärmschutzbereich gliedert sich in zwei Schutzzonen. Die innere Schutzzone 1 umfasst das Gebiet, in dem der durch den Fluglärm hervorgerufene äquivalente Dauerschallpegel 75 dB(A) übersteigt. In der äußeren Schutzzone 2 gilt ein Wert von 67 dB(A). Im gesamten Lärmschutzbereich dürfen Krankenhäuser, Alten- und Erholungsheime, Schulen und andere schutzbedürftige Einrichtungen nicht errichtet werden. In Schutzzone 1 dürfen darüber hinaus keine Wohnungen gebaut werden. Da diese aus 1971 stammende Regelung inzwischen weitgehend als unangemessen betrachtet wird, definiert in mehreren Bundesländern, so auch in Nordrhein-Westfalen und Hessen, die Regionalplanung eine weitergehende Schutzzone, begrenzt durch die 62 dB(A)-Isophonlinie, und blockiert in dieser Zone die Darstellung bzw. Festsetzung neuer Wohngebiete sowie Misch- und Kerngebiete mit Wohnanteil durch die kommunale Bauleitplanung. Durch diese Regelung können zwar weitere quantitative Steige-

rungen der Lärmkonflikte im Flughafenumfeld verringert werden, Sanierungsmöglichkeiten für den Bestand ergeben sich daraus jedoch nicht.

7.4 Lärmminderungspotentiale nach Raumbezug

7.4.1 Lärmminderungsplanung

Mit § 47a BImSchG (Lärmminderungsplanung) wurde zur Bewältigung der Problematik bestehender und kombinierter Lärmkonflikte hohen Ausmaßes bereits 1990 eine Rechtsgrundlage geschaffen. Danach haben die Gemeinden oder die nach Landesrecht zuständigen Behörden in Gebieten, „in denen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen werden oder zu erwarten sind, die Belastung durch die einwirkenden Geräuschquellen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt festzustellen" (Monitoring). Lärmminderungspläne sind dann aufzustellen, „wenn die Beseitigung oder die Verminderung der schädlichen Umwelteinwirkungen ein abgestimmtes Vorgehen gegen verschiedenartige Lärmquellen erfordert". Als (Mindest-)Inhalt eines Lärmminderungsplans fordert § 47a BImSchG Angaben über die festgestellten bzw. zu erwartenden Lärmbelastungen, die verursachenden Quellen und die vorgesehenen Maßnahmen zur Lärmminderung oder zur Verhinderung des weiteren Anstieges der Lärmbelastung. Zur Umsetzung der vorgesehenen Maßnahmen verweist § 47a BImSchG auf die analoge Vorschrift zum Luftreinhalteplan. Danach enthält der Lärmminderungsplan kein eigenes Umsetzungsinstrumentarium, sondern stützt sich auf Planungen und Maßnahmen anderer „Träger öffentlicher Verwaltungen" nach anderen Rechtsgrundlagen. Er entfaltet keine eigene Rechtswirkung, sondern bindet grundsätzlich nur die öffentliche Verwaltung im Sinne eines Verwaltungsprogramms (ähnlich dem Flächennutzungsplan). Der § 47a BImSchG enthält eine knappe Regelung mit zahlreichen unbestimmten Rechtsbegriffen. Da keine konkretisierende Verordnung existiert, ist die Praxis der Lärmminderungsplanung nicht normiert. Zu einer gewissen Vereinheitlichung haben eine Muster-Verwaltungsvorschrift des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), verschiedene Modellprojekte und ein Leitfaden des Umweltbundesamts beigetragen. Diese können jedoch grundlegende methodische und umsetzungsbezogene Defizite der gesetzlichen Regelung kaum ausgleichen. Diese liegen insbesondere in folgenden Bereichen:

– *Unklare Bedingungen für das Monitoring und das Aufstellungserfordernis:* Die Pflicht zur Aufstellung von Lärmminderungsplänen ist nicht konkretisiert. Einen fachlichen Anhaltspunkt bietet die Musterverwaltungsvorschrift des LAI zur Durchführung des § 47a BImSchG, nach der Lärmminderungspläne regelmäßig in Gebieten aufgestellt werden sollen, in denen bei mindestens zwei Schallquellengruppen die gültigen Immissionsgrenz- bzw. -richtwerte ganz oder beinahe ausgeschöpft werden (Unterschreitung von höchstens 3 dB(A) bzw. Überschreitung). Dies ist erkennbar eine

Verlegenheitslösung und führt methodisch kaum weiter, wenn man die heterogene Regelungssituation in Deutschland bedenkt (s.o. Punkt I.A).

– *Fehlende Methodik für die Belastungsermittlung:*
Den Gemeinden (oder zuständigen andern Stellen) wird vom Bundesgesetzgeber aufgetragen, komplexe Immissionsschutzkonflikte systematisch aufzuarbeiten und koordiniert zu lösen. Dafür wurde aber bisher keine funktionsfähige bzw. allgemein anerkannte Methodik bereitgestellt. Da demnach die Träger der Lärmminderungsplanung keine ausreichende fachliche Orientierung haben, wie die Belastungsermittlung erfolgen müsste, sind die folgenden Konsequenzen wahrscheinlich. Sie sind in der Praxis auch häufig aufgetreten:

  – Die Konflikte werden nach Geräuscharten getrennt entsprechend den jeweiligen Regelwerken ermittelt. Anschließend erfolgt eine verbale Beschreibung der Gesamtbelastung.
  – Es wird auf einer ungesicherten fachlichen Basis vorgegangen und Gesamtbelastungsdaten werden nach individuellen Ansätzen, z. B. durch energetische Addition, ermittelt.
  – Es wird darauf verzichtet, Lärmminderungspläne zu erarbeiten.

– *Fehlende Wirkungsmaßstäbe für Maßnahmen*:
Wesentliche Aufgabe der Lärmminderungsplanung ist es, geeignete, d.h. wirksame Maßnahmen zu benennen und dabei auch Prioritäten abzuleiten, z.B. auf Grundlage der Zahl entlasteter Menschen in bestimmten Belastungsklassen (siehe auch Kap. C.4.2). Dafür sind unterschiedliche Methoden denkbar, die zu ebenfalls unterschiedlichen Prioritäten und Maßnahmenempfehlungen führen können. Auch hier fehlen bislang brauchbare Regelungen. Hinderlich wirkt sich außerdem aus, dass die auf Neuanlagen gerichteten Berechnungsmodelle einige in belasteten Bestandsgebieten wirksame Maßnahmen nicht abbilden können. Zu nennen sind insbesondere Maßnahmen im Straßenverkehr, die zur Verstetigung des Verkehrsflusses und zu niedertourigen Motordrehzahlen und damit geringeren Geräuschen führen (können). Ein derartiges Kriterium kennt die RLS-90 nicht.[19]

– *Fehlende Umsetzungsregelungen*:
Ein Grundproblem der Rechtsnatur des Lärmminderungsplans als „frei schwebendes Verwaltungsprogramm“ ist die fehlende Bindungswirkung nach außen. Sie führt dazu, dass viele Lärmminderungsmaßnahmen nicht oder nur unzureichend durchgeführt, teilweise sogar konterkariert werden.

---

[19] BMV, Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), Bonn 1990. Die RLS-90 verwendet ein stark generalisiertes Emissionsmodell, das mit Ausnahme des sog. Knotenpunktzuschlags nur das Kriterium zulässige Geschwindigkeit, nicht aber die tatsächlich erreichte Geschwindigkeit, Geschwindigkeitseinbrüche und Beschleunigungsvorgänge berücksichtigt.

Folgen für den Vollzug

Lärmminderungspläne sind in der Aufstellung kostenintensiv. Insbesondere die Schallimmissionspläne (SIP) erfordern hohen Aufwand (digitales Stadtmodell, flächendeckende Quellendaten). Die methodischen Defizite und die weitgehende Wirkungslosigkeit in Bezug auf die Maßnahmenumsetzung kommen hinzu. Aus diesem Grund haben nur wenige Gemeinden die Aufstellung eines Lärmminderungsplans (Schätzungen sprechen von ungefähr 300 deutschlandweit (Heinrichs 2002)) in Angriff genommen. Zwar besteht grundsätzlich die Pflicht zur Aufstellung in bestimmten Situationen, allerdings konnten die Gemeinden die Aufstellung offensichtlich vorwiegend vermeiden. Von der ohnehin schon geringen Zahl von 300 Lärmminderungsplänen bundesweit haben nach Schätzung des Umweltbundesamtes mindestens die Hälfte die Lärmminderungsplanung vor Erarbeiten des Maßnahmenplans wieder abgebrochen. Das geschah meist, weil keine (rechnerisch) wirksamen Maßnahmen gefunden werden konnten, keine Umsetzungsperspektive erkennbar war oder nicht einmal ein konsensfähiges Modell zur Maßnahmenbewertung erarbeitet werden konnte. Daraus haben sich verschiedene praktische und rechtliche Probleme ergeben, so unter anderem die Frage, wie nach einer weitreichenden Sensibilisierung der Bevölkerung durch die Anfangsuntersuchungen zur Lärmminderungsplanung die ausbleibenden praktischen Verbesserungen gerechtfertigt werden können.

7.4.2 Aktiver Schallschutz durch Lärmschutzbauwerke (Wälle, Wände und andere Transmissionshindernisse)

Lärmschutzbauwerke werden dann angewandt, wenn im Rahmen der Planung im Sinne des § 50 BImSchG geräuschempfindliche Nutzungen und Verkehrswege nicht mit hinreichendem Abstand räumlich getrennt werden können. Sie substituieren durch ihre Abschirmwirkung Abstände in bestimmte Ausbreitungsrichtungen. Lärmschutzbauwerke kommen schwerpunktmäßig im Bestand, also bei der Lärmsanierung, ferner beim Ausbau von Verkehrswegen in bestehenden Siedlungszusammenhängen und beim Neubau in Ballungsräumen, zum Tragen. Der Einsatz dieser Bauwerke ist aus funktionaler, gestalterischer und ökonomischer Sicht zu bewerten. Funktional ist die schalltechnische Wirksamkeit, d. h. das Geräuschminderungspotential an den zu schützenden Immissisonsorten, gegen mögliche Nutzungseinschränkungen der Verkehrsanlage (z. B. erschwerte Wartung, Wegfall von Zugängen) und externe Konflikte (z. B. mikroklimatische Probleme – Wärmestau durch Behinderung von Kaltluftströmen) abzuwägen. Städtebaulich-gestalterisch ist zu berücksichtigen, dass jedes Lärmschutzbauwerk neben der dem Verkehrsweg zugewandten auch aus einer auf die offene Landschaft oder die Siedlung gerichtete Seite besteht. Neben der schalltechnischen Funktion müssen, um insgesamt verträgliche Lösungen zu finden, in den Entwurfsprozess auch die gestalterischen Anforderungen der

Umgebung integriert werden. Das Erscheinungsbild der Lärmschutzbauwerke muss mit der Wahl der Konstruktion und deren Gestaltung optimiert und der Maßstab des Umfeldes berücksichtigt werden, um eine höhere Akzeptanz vor allem der Anlieger zu ereichen. Teilweise wird die schalltechnische Wirksamkeit der Lärmschutzanlage schon dadurch faktisch wieder in Frage gestellt, dass deren Gestalt von den Betroffenen negativ beurteilt wird. Visuelle und physische Barrieren müssen vermieden oder minimiert werden. Andererseits können sorgfältig geplante und gestaltete Lärmschutzanlagen auch städtebaulich attraktive Räume bilden, die neben der schalltechnischen Wirkung auch negative visuelle Auswirkungen von Verkehrswegen kompensieren. Insgesamt ist festzustellen, dass die Planung von Lärmschutzbauwerken eine intensive Koordination von Immissionsschutz, Stadtplanung und Betroffenen erfordert.

Bauformen und spezifische Kosten von Lärmschutzbauwerken sind sehr heterogen. Grundsätzlich unterscheiden lassen sich

- Aufragende Bauwerke entlang der Verkehrswege: Erdwälle, Steilwälle, Wände, Kombinationen aus diesen Bauwerken.
- Einhausende Bauwerke: Überdeckungen, Teilüberdeckungen, Galerien.
- Die Absenkung von Verkehrswegen: Tröge und die Vollabschirmung im Gelände durch Tunnel.

Erdwällen wird besonders in weniger dicht besiedelten Bereichen oft der Vorzug eingeräumt. Sie haben Vorteile gegenüber anderen Lärmschutzanlagen, aber auch einige Nachteile. Der Bau eines Walles ist dann vorzuziehen, wenn ausreichend Grundfläche vorhanden ist, denn es entstehen niedrige Baukosten. Die Statisik des Lärmschutzes an Fernstraßen des Bundes 2003 nennt als Durchschnittswerte für 1 qm wirksame Abschirmfläche für 4 m hohe Wälle Kosten von 56 €/qm und für 6 m hohe Wälle von 80 €/qm, jeweils einschließlich Grunderwerb und Bepflanzung. Die Kosten können in den Kostengruppen Grunderwerb und Aufschüttmaterial lokal stark variieren. Wälle sind konstruktiv leicht zu gestalten, Aushubmassen, Bauschutt etc. können eingebaut werden. Wenn sie modelliert und bepflanzt sind, können Wälle den natürlichen Charakter einer Landschaft aufnehmen. Die Erdmassen können aber in gewissen Grenzen auch an das städtische Umfeld angepasst werden, um dem Bauwerk die Gestalt eines Landschaftselementes zu geben. Die Bepflanzung auf beiden Seiten hat positive ökologische und klimatische Wirkungen. Das Bauwerk hat dann nicht nur eine Schutzfunktion für die umgebende Nutzung, sondern fügt sich in die Landschaft ein. Ein wesentlicher Vorteil eines Walls liegt zudem darin, dass er mit zusätzlichen Funktionen überlagert werden kann. Auf ihm können Rad-und Wanderwege gebaut werden, Die Nachteile von Lärmschutzwällen liegen darin, dass sie bei gleicher schalltechnischer Wirksamkeit höher sein müssen als Lärmschutzwände, wodurch Sichtbeziehungen stärker unterbrochen werden. Der Abschirmwert kann

dadurch verbessert werden, dass auf der Straßenseite technische Elemente eingebaut werden, um steilere Böschungen zu ermöglichen.

Die *Wall/Wandkombination* wird bei eingeschränkten räumlichen Verhältnissen eingesetzt, und zwar dort, wo für die schalltechnisch notwendige Höhe die erforderliche Breite für einen Wall nicht ausreicht. Die Wandkonstruktion besteht vielfach aus Holz, Sandwichelementen (Lochblech mit schallabsorbierendem Kern) oder Stahlbeton mit und ohne Holzlattung (meist offen) bzw. schallabsorbierender Beschichtung.

Steilwälle werden dort eingesetzt, wo im Vergleich zu den Wällen und den Wall/Wandkombinationen die verfügbare Grundfläche knapp ist oder keine zusätzliche Grundfläche erworben werden kann. Die Konstruktion besteht meist aus Betonelementen mit einem Erdkern. Er ist bepflanzt. Die Baukosten betragen nach der Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2003 (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen 2004) etwa 550 €/qm bei einer Bauhöhe von ca. 5 m.

Wandkonstruktionen aus Beton, in Glas, Holz und in Metall, oder Mischkonstruktionen (z.B. Naturstein/Beton oder Metall/Kunststoff) sind möglich. Wände sind wegen ihres geringen Flächenbedarfs, ihrer flexiblen Anpassbarkeit und der durch die Materialdifferenzierung guten gestalterischen Anpassung an die städtebauliche bzw. landschaftliche Umgebung sehr verbreitete Lärmschutzbauwerke, vor allen in dichtbesiedelten Bereichen. Als Kosten wird für 2003 eine Spanne von 210 €/qm (Holzwände) bis zu 510 €/qm (transparente Wände) angegeben.

Für die städtebauliche und gestalterische Einbindung von *Einhausungen* stellt sich das Grundproblem des eigenständigen Bauwerks mit einseitig funktionaler Ausprägung. Einhausungen sind sehr kostenintensiv. Als eigenständige und dominante Bauformen sind sie schwierig in städtische Randzonen und kaum in die Stadtlandschaft zu integrieren. Sichtbeziehungen im städtischen Umfeld und die Benutzbarkeit der Anlage für die Anlieger oder die sozialräumliche Qualität des Umfeldes werden durch derartige Bauwerke erheblich eingeschränkt.

Die *Absenkung von Verkehrswegen in Troglage* ist eine weitere Möglichkeit der Schallbegrenzung auf dem Transmissionsweg. Tröge, die von Böschungen begrenzt werden, eignen sich u.U. für eine vollständige Schallabsorption. Für die Stadtplanung treten bei diesen Bauwerken funktionale und gestalterische Probleme auf. Neben dem Flächenverlust müssen Behinderungen innerörtlicher Erschließungen in Kauf genommen oder Wege gefunden werden, sie zu vermeiden. Im Einzelfall sind kostenintensive Brücken oder Überdeckungen erforderlich.

Tunnel sind als Lärmschutzanlagen bisher selten und nur in Großstädten zu finden. Sie stellen eine schalltechnisch und städtebaulich wirksame Lösung dar, die auch landespflegerische Vorteile gegenüber üblichen Lärmschutzanlagen bietet. Ein Tunnel ist die schalltechnisch günstigste, aber auch bei weitem kostenintenivste Lärmschutzanlage. So betrugen die Baukosten

für die 1986 errichtete Tunnelführung der Autobahn 46 in Düsseldorf-Wersten rund 80 Mio. DM bei einer Tunnellänge von 870 m.

7.4.3 Passiver Schallschutz

7.4.3.1 Grundsatz

Der § 50 BImSchG gibt vor, den aktiven Schallschutz durch verträgliche räumliche Zuordnung zu präferieren. In räumlich „engen" Bestandssituationen wie an städtischen Hauptverkehrsstraßen trägt dieses Prinzip nicht. Dort sind kleinräumigere, am Akzeptor orientierte Schutzkonzepte auf Grundstücks- und Gebäudeebene notwendig. Auch im Umfeld von Flughäfen sind bauliche Konzepte oft die einzige Möglichkeit, zumindest in Teilen eine akzeptable Nutzungsqualität von Wohn- und Arbeitsstätten herzustellen. Die als ‚passiver Schallschutz' subsummierten Maßnahmen am Immisisonsort dienen dazu, bei nicht (nachhaltig) optimierbarer Emissions- und ortsbezogener Immissionssituation die Nutzungsqualität von Grundstücken und Gebäuden durch Herabsetzung der Empfindlichkeit gegenüber Umgebungsgeräuschen zu sichern bzw. zu verbessern.

Unter den Begriff des passiven Schallschutzes fallen

- Abschirmeinrichtungen auf dem immissionsbetroffenen Grundstück bzw. auf Nachbargrundstücken im Nutzungsverbund; Ausprägung über Lärmschutzwand bzw. Lärmschutzbebauung,
- Nutzungsstaffelung / Grundrissorganisation mit Orientierung empfindlicher Nutzungsbestandteile auf geringer belastete Richtungen bzw. Flächen,
- Schutz von Gebäudeinnenräumen durch bauliche Maßnahmen an der Gebäudehülle (Schallschutzfenster, bauliche Schalldämmung),
- Kombinationen aus den genannten Maßnahmen.

7.4.3.2 Handlungsziele des passiven Lärmschutzes

Passiver Lärmschutz wird wegen der im Vollzug der 16. und der 24. BImSchV sowie des Fluglärmschutzgesetzes vorzufindenden Anwendungspraxis oft pauschal mit dem Einbau stark dämmender Schallschutzfenster in Wohngebäude gleichgesetzt. Das führt häufig nicht nicht zu günstigeren Wohn- und Arbeitsbedingungen. Vielmehr werden sie zumindest subjektiv vielfach verschlechtert. Tatsächlich ist es aus mehreren Gründen (s.u.) nicht sinnvoll, passiven Schallschutz auf physikalische Dämmung zu beschränken. Sinvoller sind individuelle Konzepte, die in möglichst hohem Umfang die Nutzungsqualität und -freizügigkeit der immissionsbetroffenen Grundstücke sichern.

7.4.3.3 Umsetzungsebenen und -möglichkeiten

Handlungsebene Quartier

Die geschlossene Bebauung gilt grundsätzlich zu Recht als schalloptimierte Bauweise. Das trifft allerdings nur dann zu, wenn die Umgebungsgeräusche ganz oder zu sehr großen Teilen aus einer Richtung – typischerweise von einer Verkehrsachse – stammen. Dann lässt sich durch geschlossene Bebauungen eine Situation mit einer „lauten“ und einer „leisen“ Fassade erzeugen. Dadurch kann der Pegelunterschied an mehrstöckig bebauten Hauptverkehrsstraßen wegen der großen Abschirmwirkung der Baukörper durchaus > 20 dB(A) betragen. Das Lärmschutzrecht geht auf derartige Differenzierungen praktisch nicht ein, da die Beurteilungen auf den jeweils lautesten Immissionsort gerichtet sind. Was unterhalb dessen auf dem Grundstück passiert, ist bei der rechtlichen Beurteilung nicht oder nur am Rande relevant. Insofern kommt es bei Neuplanungen an städtischen Hauptverkehrsachsen immer wieder zu Schwierigkeiten, wenn trotz offensichtlicher Unmöglichkeit gefordert wird, die Richt- bzw. Grenzwerte an der Straßenseite einzuhalten. Tatsächlich sind bei geschlossener Bebauung, geeigneten Grundrissen und zusätzlichen Maßnahmen (siehe weiter unten) solche Situation aber im Sinne eines brauchbaren Kompromisses durchaus gestaltbar. Eine Sonderform der passiven Abschirmung sind Lärmschutzanlagen (Wände, Wälle) und sog. Lärmschutzbebauungen auf Privatgrundstücken. Ziel von Lärmschutzbebauungen ist es, durch geschlossene Bebauung in exponierten Bereichen geschützte rückwärtige Flächen zu gewinnen, auf denen dann empfindliche Nutzungen, z. B. Wohnen in (teil-)offener Bauweise, möglich werden. Derartige Projekte sind in den letzten Jahren in nur wenigen Fällen realisiert worden, v. a. in Zusammenhang mit öffentlichen Bauvorhaben und Modellsiedlungen.

Lärmschutzbebauungen setzen vielfältige konzeptionelle Überlegungen zur Nutzung, Grundrisskonzeption und baulichen Ausführung der exponierten Gebäude voraus. Sie sind darüber hinaus aber auch instrumentell recht schwierig zu handhaben: In der Regel sind solche Konzepte nur realisierbar, wenn die Grundstücke der Schutzbebauung und der profitierenden Nutzung denselben Eigentümer haben oder wenn Wertausgleiche sichergestellt sind. Im oben skizzierten Beispiel ist die Bebauung im Vordergrund auf den Bestand des Lärmschutzriegels angewiesen und benötigt diesen mit dem Zeitpunkt der Bezugsfertigkeit auf Dauer. Das erfordert eine dingliche Sicherung (Grunddienstbarkeit, Baulast) zugunsten der hinterliegenden Grundstücke, die aber die ohnehin schwierigere Entwicklung des Lärmschutzriegels weiter einschränkt.

Handlungsebene Grundstück

Wird ein schallpegeldifferenziertes städtebauliches Konzept („laute“ und „leise“ Fassaden) verfolgt, ist es notwendig, unabhängig von den öffentlich-

rechtlichen Bestimmungen sicherzustellen, dass die zur Qualitätssicherung unabdingbare „leise“ Seite dies auch dauerhaft bleibt. Dort sind Ruhezonen zu sichern, die Pegel deutlich unterhalb der rechtlich vorgesehenen gebietsbezogenen Richt- und Grenzwerte einhalten. Das erfordert einen weitreichenden Schutz des umgebenden Freiraums (Unterbinden von emittierenden Nebengebäuden und -anlagen sowie des ruhenden Verkehrs in rückwärtigen Bereichen) und weitergehende Überlegungen zur Sicherung bestehender Abschirmungen (in Blockinnenbereichen z. B. an der gegenüberliegenden Blockseite). Dies ist durch komplexe Regelungen im Bebauungsplan umsetzbar (§ 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB; § 1 Abs. 4 BauNVO, ggf. flankiert durch Grundpfandrechte).

Handlungsebene Gebäude/Grundriss

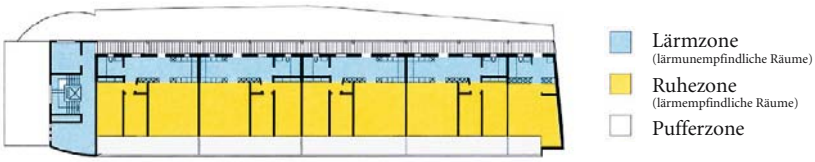
Auf der Ebene der Gebäudeorganisation besteht – vor allem bei starker Geräuschimmission aus nur einer Richtung (Hauptverkehrsstraße, Eisenbahn) bei gleichzeitig vorhandenen (und gesicherten, s.o.) „leisen“ Fassaden die Möglichkeit, lärmempfindliche Räume auf diese Fassaden zu orientieren. Im Bebauungsplan dient dafür wiederum § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB als Rechtsgrundlage.

Als lärmempfindlich sind insbesondere folgende Räume zu klassifizieren:

- Wohnräume (Wohnen, Schlafen, Arbeiten, Küchen mit Wohnanteil)
- Ruhige Betriebsräume (Büros, Aufenthalts- und Pausenräume, Aufsichts- und Steuerwarten).

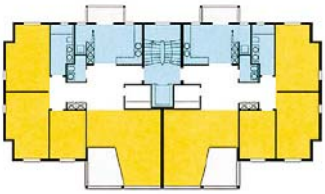
Dem gegenüber sind andere Räume eher lärmunempfindlich, bei Wohnungen vor allem Küchen ohne Wohnanteil, Sanitärräume, Abstellräume und Erschließungsflächen (Treppenhäuser, Flure). Abhängig von der Erschließungsorganisation ergeben sich gute Möglichkeiten der geräuschbezogenen Nutzungszonierung.

Laubengangtypologie (Wohnungsbau)
Für besonders geräuschbelastete Bereiche kann auf Laubengangtypen zurückgegriffen werden, bei denen große und durchgängige Pufferzonen mit unempfindlichen Räumen entstehen, durch die empfindliche Räume abgeschirmt werden. Durch seitlich angeordnete Treppenhäuser können – falls die Bebauung nicht ohnehin geschlossen ist, seitliche Schallbeugungseffekte abgefangen werden.

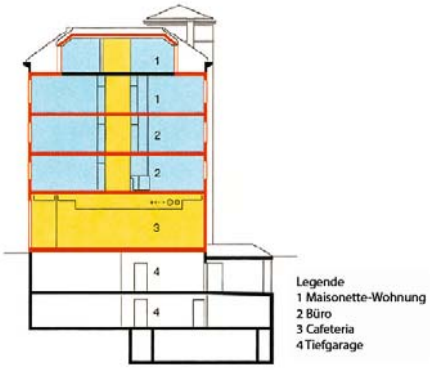


Laubengangtypen haben jedoch Nachteile im Bereich der Grundrissorganisation, der Einsehbarkeit der Wohnbereiche (vom Laubengang aus) und der Belüftung.

Zweispännertypologie (Wohnungsbau)
Auch im „üblichen" Geschosswohnungsbau sind Schallschutzgrundrisse fast vollständig verwirklichbar. Wichtige Voraussetzung sind kompakte (zweiläufige) Treppenhäuser an der geräuschbelasteten Seite und die Anordnung der Funktionsräume an der dadurch gebildeten Gebäudeachse. Die Umorganisation bestehender, schalltechnisch suboptimaler Gebäude ist daher oft schwierig und sehr aufwendig. Für Neubauten gilt ganz unabhängig von der Umgebungslärmsituation, dass schalloptimierte Grundrisse wie der im Folgenden dargestellte auch ganz entscheidend zur Vermeidung von Nachbarschaftskonflikten durch Lärm (z. B. durch nächtliches Duschen, Musik) im Geschosswohnungsbau beitragen können. Die zugrundeliegenden Entwurfsprinzipien sind: Konzentration der geräuschintensiven Nutzungen um das Treppenhaus, dabei Sanitärräume ohne unmittelbare Grenzwand zum Nachbarn, sondern Abkoppeln dieser Bereiche durch Pufferzonen (Korridore); doppelschalige Grenzwand zum Nachbarn und Wohnraum an Wohnraum (Nutzungsschwerpunkt tags); Schlafzimmer abgesetzt, davon ein Raum gänzlich ohne Trennwände zum Nachbarn und zum Treppenhaus).



Mittelgangtypologien (Wohnungs- und Gewerbebau)
Im Wohnungs- und Gewerbebau (Läden/Büros/Kleinwohnungen) mit größeren Gebäudetiefen sind auf Umgebungslärm optimierte Grundrisse kaum umsetzbar. „Intern" können die Entwurfsprinzipien für Laubengangwohnungen angewendet werden, so dass nachbarschaftliche Lärmkonflikte minimiert werden können. Nach außen verbleibt aber eine „laute" Fassade, an der ganze Wohnungen liegen. Das ist besonders problematisch, weil diese Wohnungen keine kompensierende „leise Seite" haben und die Durchlüftung dieser Wohnungen besondere Maßnahmen erfordert (keine Querlüftung möglich). Insofern sind in diesen Grundrissen Konflikte durch Umgebungslärm kaum zu bewältigen.



7.4.3.4 Handlungsebene bauliche Schalldämmung

Technische Schalldämmung

In Fällen, bei denen Lärmkonflikte durch geeignete Grundstücks- und Grundrissorganisation nicht oder nicht vollständig gelöst werden können, sollen Räume durch besonders schallgedämmte Fenster gegen Umgebungsgeräusche isoliert werden.

Die Schalldämmung von Fenstern wird in Deutschland nach normierten Schallschutzklassen differenziert, deren kennzeichnende Größe das Schalldämm-Maß als Pegeldifferenz von Außen- zu Innenpegel ist. Je höher der Schalldämmwert ist, desto höher ist die Schallschutzklasse des Fensters und desto höher sind im Allgemeinen die Quadratmeterkosten des Fensters. Die folgende Tabelle zeigt die Übersicht der Schallschutzklassen und der durchschnittlichen Kosten für ein Standardfenster (1 230x1 480 mm, einflügelig). Fenster der Schallschutzklasse 6 sind Sonderanfertigungen.

Schallschutzklasse	Schalldämm-Maß	Kosten Standardfenster
0	<= 24 dB	191,40 €
1	25 – 29 dB	208,80 €
2	30 – 34 dB	229,82 €
3	35 – 39 dB	254,62 €
4	40 – 44 dB	255,72 €
5	45 – 49 dB	302,35 €
6	50 dB	k. A.

Schallschutzfenster sind technisch aufwendig. Problematisch ist weniger das Glas als die Rahmenkonstruktion und dort vor allem die Dichtung. Nur präzise eingebaute und sehr dicht schließende Fenster erzielen die nach Schallschutzklasse vorgegebene Schalldämmwirkung. Die Dimensionierung der Fenster erfolgt in Abhängigkeit von Gebäudenutzung und Außenpegel. Der Einsatz von Schallschutzfenstern ergibt nur dann einen Sinn, wenn durch sie Störungen der Raumnutzung optimal vermieden werden können. Daher orientiert sich die Dimensionierung i. d. R. am Maximal- und nicht am Mittelungspegel.

Die Schalldämmung der Fenster als wesentlicher Geräuschüberträger ist meist ausreichend. Nur bei sehr leichten und alten Konstruktionen (z. B. aus der unmittelbaren Nachkriegszeit) kann eine zusätzliche Dämmung des Mauerwerks bzw. des Dachs schalltechnisch notwendig sein. Allerdings sind solche Dämmungen dann schon aus Sicht des Wärmeschutzes dringend geboten.

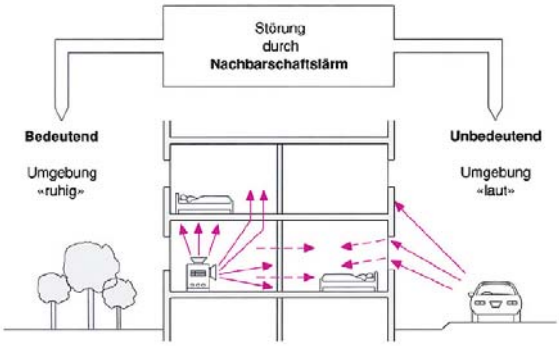
Lage des Gebäudes	Außenpegel	empfohlener Schallpegel	Schalldämmwert des Fensters
Dorf- oder Mischgebiet	60 dB (A)	Schlafen 25 – 30 dB (A) Wohnen 30 – 35 dB (A) Arbeiten 35 – 50 dB (A)	33 dB 27 dB 15 dB
Stadtmitte	70 dB (A)	Schlafen 25 – 30 dB (A) Wohnen 30 – 35 dB (A) Arbeiten 35 – 50 dB (A)	43 dB 37 dB 25 dB
Stark befahrene Straße	> 70 dB (A)	Schlafen 25 – 30 dB (A) Wohnen 30 – 35 dB (A) Arbeiten 35 – 50 dB (A)	47 dB 43 dB 30 dB

Notwendige Folgemaßnahme: Lüftungsanlagen

Schallschutzfenster wirken nur in geschlossenem Zustand. Dabei sind sie konstruktionsbedingt noch deutlich luftdichter als „normale“ Wärmeschutzfenster. Der Raumnutzer hat also die (nicht beneidenswerte) Wahl zwischen ungenügender Schalldämmung (bei angekipptem Fenster) und praktisch ausfallender Luftzirkulation mit der Folge ungünstiger Luftqualität und fehlendem Feuchtikgkeitsausgleich, also einem ungesundem Raumklima. Aus diesem Grund ist der Einbau von Schallschutzfenstern aus fachlicher Sicht meist mit der Ausrüstung des Raums mit einer automatischen Lüftungsanlage zu verbinden, die einen ausreichenden Luftaustausch sicherstellt. Eckwert für einen Wohn- bzw. Schlafraum ist ein Austauschvolumen von 50 cbm Luft/Tag. Lüfter werden i. d. R. mit einer kleinen Kernbohrung durch das Mauerwerk an die Außenluft angeschlossen und müssen selbst schallgedämmt werden (Dichtungen; absorbierende Luftleitrohre mit mehreren Verwindungen, um Schalldurchgang auszuschließen). Moderne Anlagen mit dieser Leistungsfähigkeit haben eine elektrische Leistung von ungefähr 10 W und verursachen im Raum Dauergeräuschpegel in der Größenordnung von 15–20 dB(A) in mittleren Frequenzbereichen. Sinnvoll ist die Kopplung mit einem Wärmetauscher (s. u.), durch die die automatische Lüftung energieeffizienter wird als die Stoß- oder Dauerlüftung über das Fenster. Oftmals sind die „lauten“ Fassaden auch stark luftschadstoffbelastet (→ Straßenverkehr, Diesellokomotiven). In diesen Fällen ist es sinnvoll, die einströmende Luft über Filter laufen zu lassen oder alternativ von einer weniger stark belasteten Gebäudeseite heranzuführen.

Effizient außenschallgedämmte Räume sind akustisch praktisch vollständig von ihrer Umgebung entkoppelt. Daher sind sie per se auch viel „leiser“ als nicht-gedämmte Räume, selbst wenn diese sich in verhältnismäßig ruhiger Umgebung befinden. Diese „akustische Isolation“ wird verschiedentlich als wesentlichen Nachteil der Außenschalldämmung beklagt, führt sie doch dazu, dass im Innenraum auch die positiven Aspekte der Geräuschlandschaft (Vögelzwitschern, Kinderspielen, Gespräche ...) und die Ortstypik

nicht mehr wahrnehmbar sind. Eine weitere relevante Nebenfolge ist, dass in derart abgeschotteten Räumen die sozial ohnehin sensiblen Nachbarschaftsgeräusche wie Musik, Sprache, Wasserspülung, Heimwerken etc. die einzigen (wahrnehmbaren) externen Geräusche sind. Dadurch treten sie besonders intensiv hervor und prägen die Wahrnehmung der Raumnutzer. Besonders problematisch ist das bei der Lärmsanierung von Wohngebäuden in hochbelasteten Lagen. Dort ist das Nutzerverhalten häufig wenig rücksichtsvoll. Das ist zurückzuführen auf die zuvor starke Maskierung durch Außengeräusche. Fallen diese weg, entstehen ggf. Unverträglichkeiten innerhalb des Gebäudes. Es ist also in der Regel notwendig, im Zuge einer Außenschalldämmung gleichzeitig die Innenschalldämmung sorgfältig zu prüfen und ggf. zu überarbeiten, um die Nachbarschaftsgeräusche dem äußerst niedrigen Niveau der einwirkenden Umgebungsgeräusche anzugleichen.



Auch in solchen Fällen zeigen schalloptimierte Grundrisse deutliche Vorteile: Durch geeignete Anordnung der Funktionsräume können etliche Probleme schon im Vorfeld vermieden werden.

Neben dem Luftschall, der durch Dämmschichten wirksam reduziert werden kann, wird besonders der Trittschall wirksam, der sich bei unzureichender Entkopplung als Körperschall über weite Teile des Gebäudes ausbreiten kann. Die nachträgliche Schallentkopplung in Gebäuden kann sehr aufwendig sein und die Kosten für die Außenschalldämmung deutlich überwiegen. Sie beginnt bei der Fußbodenkonstruktion, bei der entweder weich federnde Beläge (Teppich, Nadelfilz) nachgerüstet oder entkoppelte schwimmende Unterkonstruktionen eingebaut werden müssen. Die umfassende Entkopplung von Wohneinheiten untereinander und gegen Treppenhäuser bzw. Gemeinschaftsanlagen ist praktisch nur im Neubau realisierbar.

E Ökonomische Aspekte

1 Lärm als Externalität

In den Wirtschaftswissenschaften wird Lärm als eines der Phänomene erfasst, die unter dem Begriff Externalitäten subsummiert werden. Bei einer Externalität handelt es sich um die Auswirkungen einer menschlichen Aktivität auf unbeteiligte Dritte. Sogenannte negative Externalitäten stellen z.B. die Einwirkung der Emissionen von Luftschadstoffen oder von Lärm auf Menschen dar, die nicht von der die Emissionen verursachenden Aktivitäten profitieren und keine oder nur geringe Möglichkeiten besitzen diese negativen Externalitäten zu mindern oder zu beseitigen.

1.1 Die verschiedenen Ausprägungen von Externalitäten

Der Verkehrslärm tritt in der Regel nicht als isoliertes Phänomen auf, sondern ist mit einer Reihe anderer Externalitäten verbunden, die von Auto-, Schienen- und Luftverkehr ausgehen. Diese Externalitäten von Verkehr setzen sich aus einem ganzen Bündel von Wirkungen zusammen. Umwelt- und Gesundheitseffekte durch Abgase sind neben den Lärmbelastungen ein wichtiger Faktor. Daneben sind andere Externalitäten von Bedeutung wie z.B. die Zeitverluste durch Staus, Unfälle etc., die darauf beruhen, dass Verkehr auf einem begrenzten Raum – der Straße, der Schiene oder dem Luftraum – abgewickelt werden muss. Entscheidend für die Bewertung einer Externalitäten verursachenden Aktivität wie dem Auto fahren ist die Summe der externen Kosten, die diese Aktivität bei Dritten verursacht, und nicht eine einzelne Externalität. Insofern können die wirtschaftlichen Aspekte, die mit Aktivitäten wie Auto fahren zusammen hängen, nicht auf das Phänomen Lärm beschränkt werden, sondern es müssen die Interaktionen mit anderen unerwünschten Konsequenzen des Verkehrs simultan mit berücksichtigt werden. Dies ist insbesondere für die Regulierung von Verkehr mit dem Ziel der Lärmreduzierung von großer Bedeutung.

1.2 Ökonomische Auswirkungen

Lärm hat vielfältige Auswirkungen auf den Menschen. Er kann gesundheitsschädlich sein. Selbst wenn keine krank machende Wirkung eintritt, kann

Lärm einfach lästig sein. Er kann auch bestimmte Tätigkeiten wie Kommunikation erschweren oder ganz verhindern. Diese Einschränkungen wirken sowohl auf die individuelle Befindlichkeit als auch auf die Leistungsfähigkeit des Menschen bei wirtschaftlichen oder sozialen Aktivitäten. In Teil C wird detailliert auf diese Wirkungen eingegangen.

Direkte wirtschaftliche Auswirkungen des Lärms hängen demnach mit der Beeinträchtigung der Produktivität zusammen, also krankheitsbedingten Effekten, erhöhtem Stress und dadurch bedingter Leistungsminderung, oder sie hängen mit der Vermeidung von Lärm zusammen, also mit den Kosten von individuellem oder kollektivem Lärmschutz. Wie in Teil C beschrieben, ist eine direkte kausale Zuordnung von Lärmeffekten für die menschliche Leistungsfähigkeit und seine Gesundheit mit großen Schwierigkeiten verbunden. Dies bedeutet, dass selbst die direkten wirtschaftlichen Auswirkungen der Lärmbelastung nur schwer quantifizierbar sind.

Neben den direkten externen Kosten des Verkehrslärms entstehen indirekte Kosten. Diese kann man folgendermaßen charakterisieren: Die Marktpreise von Gütern und Dienstleistungen, deren Herstellung und Vermarktung mit Lärm einhergegangen ist und bei denen die externen Effekte nicht berücksichtigt wurden, verursachen eine verzerrte Produktions- und Konsumstruktur in der Volkswirtschaft. Weil die Geräusch erzeugenden Aktivitäten bzw. Produkte einen zu niedrigen Preis haben, verdrängen lärm-intensive Güter und Dienstleistungen (Fliegen statt Zug fahren, Bevorzugung von Gütern mit langen Transportwegen statt lokale erzeugter Produkte) die weniger Lärm belästigenden Aktivitäten. Damit einher geht auch eine Umlenkung der staatlichen Investitionsströme (mehr Flughäfen und weniger Bahntrassen, mehr Autobahnen und weniger lokale Transportinfrastruktur). Aber auch langfristige Entscheidungen wie der Kauf oder Bau von Immobilien können davon beeinflusst werden. So verringern laute Innenstädte die Attraktivität des innerstädtischen Wohnens und zugleich verstärken niedrige Transportkosten, die nicht ihre Externalitäten beinhalten, den Trend zur Zersiedelung. Eine nicht stattfindende Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs wirkt also doppelt, indem sie die Nachfrage nach innerstädtischem Wohnen reduziert und diejenige nach ruhigen Umlandstandorten erhöht.

Lärm führt also nicht nur zu einer Beeinträchtigung des individuellen Wohlbefindens, sondern hat auch direkte und indirekte Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Aktivitäten einer Volkswirtschaft. So lange Lärm nicht in einem gesamtwirtschaftlich und gesellschaftlich erwünschten Ausmaß reguliert wird, kommt es deshalb zu einer Verzerrung von wirtschaftlichen Prozessen weg von einer gesamtwirtschaftlich effizienten Wirtschaftsstruktur.

2 Leben mit Lärm – Der „optimale Lärmpegel“

2.1 Optimierungskalkül für gesamtwirtschaftlich akzeptable Lärmpegel

Lärm stellt eine Externalität von Verkehr dar, die nie vollständig beseitigt werden kann. Die wirtschaftspolitische Frage kann deshalb nur darum gehen, um wie viel der Lärm reduziert werden soll, und nicht darum, ob er vollkommen vermieden werden soll. Die wirtschaftliche Analyse bezieht sich also im Idealfall auf die Bestimmung des „optimalen Lärmpegels“. Dieses Optimum ergibt sich aus einer Abwägung von Kosten der Lärmvermeidung (Schallschutz an der Quelle oder bei dem Rezipienten) gegenüber dem Nutzen der Lärmvermeidung (Gewinn an Nutzen von mehr Ruhe). Alternativ kann man die Kosten des Lärms (Nutzenverlust durch Lärm) mit dem Nutzen des Lärms (Bereitstellung von Transportdienstleistungen) vergleichen. Theoretisch sollten beide Methoden das gleiche Ergebnis bringen.

Ein wirtschaftlich akzeptables Niveau an Lärm liegt dann vor, wenn für eine bestimmte Lokalität die zusätzlichen Kosten (Grenzkosten) einer Lärmminderungsmaßnahme gleich dem zusätzlichen Nutzen (Grenznutzen) der Lärmreduktion sind. Oder alternativ: Wenn die Grenzkosten eines Lärmzuwachses gleich dem Grenznutzen der mit dem Lärm verbundenen Aktivität sind. Dies ist in Abb. E.1 illustriert. Auf der Ordinate sind die monetären Grenzkosten, auf der Abszisse die Lärmemissionen abgetragen. Die Grenzkosten der Lärmminderung (bzw. die Grenznutzen des Lärms) sind dargestellt durch die Kurve V. Das Lärmmaximum ohne Lärmminderungsmaßnahme betrüge dann $L_{maximal}$. Die Grenzkosten des Lärm (bzw. der Nutzenverlust durch Lärm) – dargestellt durch die Kurve K – bestimmen in ihrem Schnittpunkt mit V das optimale Lärmniveau L^*, also auch die optimale Lärmminderung ($L_{maximal} - L^*$). Die Grenzkosten dieser Minderung betrügen dann G.

Ein Lärmverursacher würde allerdings nur seine eigenen Grenzkosten des Lärms berücksichtigen, die durch die Grenzkostenkurve E dargestellt werden. Die entsprechende Lärmminderung betrüge dann nur ($L_{maximal} - L'$). Ein Beispiel wäre der Lärmschutz im Automobil, der nur den Insassen zugute kommt.

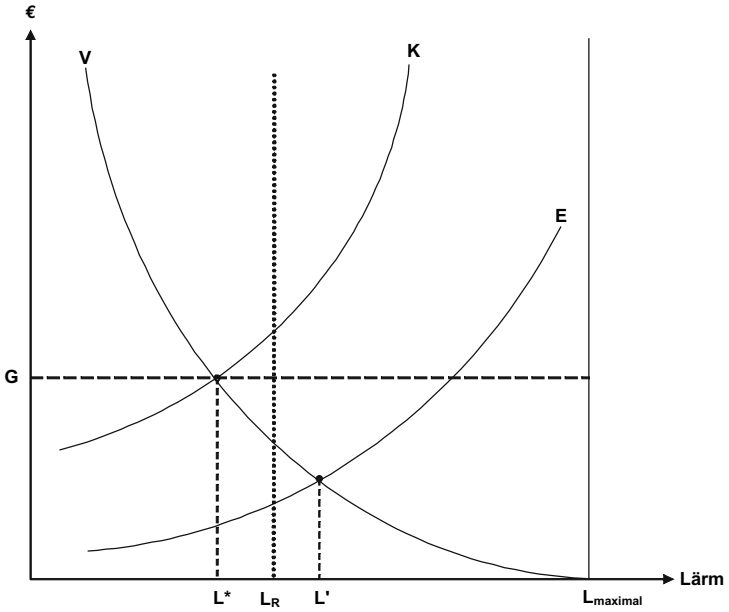


Abb. E.1: Das „Optimum des Lärms“

Ohne gezielte Lärmpolitik werden entweder die Kosten des Lärms für den vom Lärm Betroffenen oder die Nutzen der Lärmminderung nicht in das Optimierungskalkül des Lärmverursachers eingehen. Deshalb wird aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zuviel Lärm erzeugt.

Die Bestimmungsfaktoren für die Intensität des „optimalen Lärm“ sind

– die Vermeidungskosten von Lärm,
– die Schäden des Lärms,
– der Nutzen der Lärm erzeugenden Aktivitäten.

Eine vollständige Ableitung einer „optimalen Lärmbelastung“ im oben erläuterten Sinn wird in der Regel nicht vorgenommen. Vielmehr werden Lärmziele festgesetzt, die entweder einen bestimmten Lärmpegel, z.B. L_R in Abb. E.1, vorschreiben. Dieser kann einen geringeren als den optimalen Lärmpegel vorschreiben oder einen höheren – wie in dem Beispiel von Abb. E.1. Die andere Möglichkeit besteht darin, eine bestimmte Lärmschutzmaßnahme zu verordnen, was gleichbedeutend ist mit einem bestimmten Kostenniveau, z.B. G in Abb. E.1, das für den Lärmschutz aufzuwenden ist. In beiden Fällen wird ein Vermeidungsniveau von Lärm erreicht, das mit dem optimalen übereinstimmen kann, aber nicht notwendigerweise es auch tun muss.

Diese Darstellung vernachlässigt allerdings wichtige Aspekte des Lärmproblems. Lärm ist ein sehr lokales Phänomen. Die Optimierung müsste deshalb für jede einzelne Lokalität erfolgen, es sei denn, Kosten und Nutzen

der Betroffenen seien in allen Lokalitäten annähernd die gleichen. Weiterhin sind die Verursacher in vielen Fällen mobile Lärmemittenten. Dies hat die Konsequenz, dass die Lärmverursacher nur schlecht oder möglicherweise gar nicht zu identifizieren sind. Allerdings könnten neue technische Lösungen eine solche Identifikation ermöglichen. Darüber hinaus besteht das Problem, dass z.B. ein fahrender Pkw eine mehr oder weniger große Fläche mit sehr unterschiedlichen Lärmbelastungen beschallt. Insgesamt ist also die Identifikation der relevanten Fläche und der auf dieser Fläche betroffenen Menschen sowie der Verursacher mit Schwierigkeiten verbunden. Dabei sind die Lärmbelastungen durch den Flugverkehr und durch die Bahn leichter zu identifizieren als beim Pkw-Verkehr, da die Verursacher und die Betroffenen bei den ersten beiden Verkehrsträgern in der Regel leichter zu identifizieren sind.

Um sich die Informationen für die Ermittlung eines annähernd optimalen Lärmpegels in einer bestimmten Umgebung zu verschaffen, wurden verschiedene Methoden der Monetarisierung von Lärmbelästigung entwickelt, mit denen die gesamtwirtschaftlichen Kosten von Lärm abgeschätzt werden können. Die Methoden werden in Kapitel E.2.2 vorgestellt; ein Überblick über die empirischen Schätzungen findet sich in Kapitel E.3.1. Die Kosten der Lärmvermeidung sind im Prinzip leicht identifizierbar so lange es sich um Lärmschutz bei dem Betroffenen handelt, wie z.B. um Lärmschutzfenster, Wälle etc. Schwieriger wird es, wenn die Kosten des Lärmschutzes bei dem Verursacher, z.B. an einem Pkw, festgestellt und einer bestimmten Lokalität zugerechnet werden sollen.

2.2 Methoden zur Abschätzung von Lärmkosten

Die monetäre Bewertung der Belästigung bzw. Schädigung durch Lärm ist mit vielen Problemen behaftet. Wie in Teil C gezeigt, kann Lärm unterschiedliche Auswirkungen haben. Bei hohen Pegeln kann es zu Gesundheitsschäden führen, im günstigsten Fall ist der Lärm einfach nur lästig und seine Wirkung unterliegt damit sehr subjektiven Einschätzungen. Lärm ist darüber hinaus ein lokales Phänomen, dessen Wirkung selten über die Fläche verallgemeinert werden kann. Selbst gleiche Lärmpegel werden von Menschen je nach Lärmquelle als unterschiedlich stark belästigend empfunden.

Die Kosten des Lärms setzen sich aus sehr verschiedenen Kategorien zusammen, die die unterschiedlichen Formen der Auswirkung von Lärm auf den Menschen widerspiegeln. Bei gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind dies die medizinischen Aufwendungen der Akutbehandlung oder die Kosten der Einschränkung der Arbeitskraft. Bei der Belästigung durch Lärm ohne direkte Gesundheitsschäden umfassen die Kosten unter anderem den Wertverlust bei lärmbelasteten Liegenschaften oder das individuelle Unwohlsein, das auch in Geldwerten ausgedrückt werden kann (Müller-Wenk/Hofstetter 2003). Darüber hinaus umfassen die Kosten des Lärms auch die volkswirt-

schaftlichen Verluste, die durch eine verzerrte Produktions-, Konsum- und Infrastruktur entstehen (siehe Kap. E.1.2).

Deshalb gibt es keine anerkannte Methode der Monetarisierung von Störungen durch Lärm. Vielmehr werden die verschiedenen Schadenskomponenten durch unterschiedliche Schätzmethoden der Kosten erfasst. Allerdings gibt es keine Methodologie, mit der die unterschiedlichen Kostenarten aggregiert werden können. Eine einfache Summierung von unterschiedlichen Schätzungen würde in der Regel zu Doppelzählungen führen. Schließlich werden die gesamtwirtschaftlichen Kosten bisher nicht erfasst.

Die Bewertung bzw. Monetarisierung von Schäden des Lärms für den Menschen kann über zwei Methoden vorgenommen werden. Entweder werden die Einschätzungen der betroffenen Individuen direkt abgefragt. Dies erfolgt mit den sogenannten „Contingent Valuation“ Studien, in denen die geäußerten Präferenzen der Individuen mit Fragebögen oder Interviews erfasst werden. Die indirekte Kostenerfassung erfolgt mit verschiedenen Techniken, mit denen die offenbarten Präferenzen aus den tatsächlichen Handlungen der Individuen abgeleitet werden. Bei den sogenannten „hedonistischen Preisen“ können z.B. aus dem Preisabschlag für Immobilien in besonders lärmbelasteten Gegenden die Bewertung des Lärm berechnet werden, d.h. es wird der implizite Preis des Lärms aus dem Immobilienpreis heraus gerechnet.

Mit diesem impliziten Preis kann die Zahlungsbereitschaft der Individuen für eine bestimmte Reduktion von Lärm ermittelt werden (WTP, Willingness-to-Pay), oder es kann die Kompensation bestimmt werden, die Individuen erhalten müssen, wenn sie eine bestimmte Zunahme an Lärm ertragen sollen (WTA, Willingness-to-Accept). Diese beiden Werte weichen in der Regel voneinander ab, besonders wenn es um große Veränderungen der Lärmbelastung geht.

Alle Bewertungsmethoden auf der Basis von hedonistischen Preisen haben mit dem Problem fertig zu werden, dass Lärm in aller Regel mit anderen Umwelteffekten simultan auftritt. So ist der Verkehrslärm insbesondere bei Kraftfahrzeugen auch mit Schadstoffemissionen verbunden. Die hedonistische Preismethode könnte also den Preis des Lärms bei einer Immobilie an einer verkehrsreichen Straße überschätzen, wenn neben den Lärmbelastungen auch die Schadstoffemissionen in das Nachfrageverhalten der Käufer eingeht.

Die Bestimmung der Gesundheitsschäden wird auch durch nicht-monetäre Indikatoren vorgenommen. Gesundheitsskalen, mit denen Lärmschäden umgerechnet werden sind z.B. die HALYs (Health Adjusted Life Years), die sich aus den DALYs (Disability Adjusted Life Years) und den QUALYs (Quality Adjusted Life Years) zusammen setzen, wobei in der Regel die Identität gilt, dass QUALY = 1- DALY.

Der Unterschied zwischen HALYs und WTP bzw. WTA liegt zunächst in der Metrik. WTA und WTP werden in Geldeinheiten ausgedrückt, während

HALYs in Zeiteinheiten ausgedrückt werden. Darüber hinaus sind WTP und WTA abhängig von wirtschaftlichen Aspekten der Individuen. Zum Beispiel ist die Zahlungsbereitschaft vom Einkommen abhängig. Dies ist bei HALY nicht der Fall. Insofern sind beide Konzepte nicht direkt vergleichbar. Die Interpretation von HALYs geht von einer implizit eher egalitären Betrachtung von Individuen aus, da die HALYs deren wirtschaftliches und soziales Umfeld ignorieren. WTP und WTA dagegen berücksichtigen individuelle Unterschiede zumindest in wirtschaftlicher Hinsicht. Damit kommen sie tatsächlich in von der Gesellschaft getroffenen Entscheidungen über Gesundheitsrisiken bzw. anderen Belästigungen näher (Hammitt 2002).

Es gibt Ansätze die nicht monetären Indikatoren wie DALYs in monetäre Einheiten zu übersetzen (Müller-Wenk/Hofstetter 2003, Pearce 2000). Dies geschieht dadurch, dass man die DALYs monetär bewertet. Die Basis dafür bildet der statistische Wert eines Lebens (VSL, Value of statistical life), der unter bestimmten Annahmen zu einem Wert eines verlorenen Lebensjahres (VOLY, Value of a life year) umgerechnet wird. Mit Hilfe dieses monetären Wertes können die DALYs dann in Geldeinheiten ausgedrückt werden.

3 Kosten und Nutzen der Lärmreduktion

3.1 Empirische Schätzungen der externen Kosten von Lärm

Es gibt eine Vielzahl von Studien zu der Monetarisierung von Lärmschäden und von Belästigung durch Lärm. Sowohl hedonische Preisstudien (in der Regel basierend auf Immobilienpreisen oder Wohnungsmieten) als auch WTP- bzw. WTA-Studien liegen vor. Generell weichen die Ergebnisse der offenbarten Präferenzen von denen der geäußerten Präferenzen stark voneinander ab. Aber auch innerhalb der gleichen Methodik gibt es starke Variationen.

3.1.1 Straßenverkehr

Die Mehrzahl der Studien zu Kosten des Verkehrslärms beschäftigt sich mit dem Straßenverkehr. In Tabelle E.1 ist ein Überblick gegeben über verschiedene Studien zur Reduzierung des Lärms verursacht durch Straßenverkehr. Dabei wurden die verschiedenen Ansätze in eine vergleichbare Form gebracht und die Zahlungsbereitschaft eines Haushaltes pro Jahr für eine Lärmreduktion um 1 dB dargestellt (Navrud 2002). Es zeigt sich eine große Variationsbreite der Ergebnisse. Diese ist zu einem großen Teil wahrscheinlich darin begründet, dass ganz unterschiedliche Lokalitäten, Präferenzen, Institutionen, Kulturen und Einkommen den Studien zugrunde liegen. Allerdings gibt es noch keine Meta-Analyse solcher Studien, mit der der Einfluss dieser verschiedenen Faktoren überprüft werden könnte, da die Zahl der Studien noch nicht groß genug ist.

Die Abschätzungen auf der Basis der offenbarten Präferenzen geschieht in der Regel mit dem NSDI (Noise Sensitivity Depreciation Index), der den prozentualen Abschlag in Immobilienpreisen pro zusätzlichen dB Lärmzuwachs angibt. Dabei werden die Kosten der Lärmbelästigung abgeschätzt, aber nicht die möglichen Gesundheitskosten. Eine Vielzahl von Studien kommt zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. In einer Literaturstudie finden Bateman et al. (1999) Werte für den NSDI zwischen 0,08% und 2,22%. Die Autoren vermuten, dass die plausibelsten Werte etwas unter dem Mittelwert von 0,55% liegen. Dagegen kommen Studien aus der Schweiz für die 80er Jahre auf Werte zwischen 0,8% und 1,2%, und eine europaweite Untersuchung kam auf einen Durchschnittswert von 0,9% (Sommer 2002). Für die Schweiz wurde deshalb empfohlen, bei Bewertungen von Maßnahmen mit einem NSDI-Wert von 0,9% zu arbeiten (ebd.).

Die methodischen Probleme einer genauen Abgrenzung der Lärmbelästigung von anderen gleichzeitig auftretenden Umwelteffekten bei hedonistischen Preisstudien werden auch in einer anderen Studie deutlich. In einer detaillierten Analyse des Immobilienmarktes in Glasgow zeigen Bateman et al. (2001), dass der üblicherweise aus Mangel an Beobachtungen mit Regressionsschätzungen abgeleitete NSDI die tatsächliche Lärmbelästigung überschätzt, weil in den Immobilienpreise die anderen Umwelteffekte gleichzeitig mit enthalten sind. In der traditionellen Herangehensweise erhalten die Autoren einen NSDI von 0,84%. Dieser fällt, wenn in der Regressionsgleichung die anderen Umwelteffekte berücksichtigt sind, auf 0,2%. Der reine Lärmeffekt wäre also beträchtlich geringer als der üblicherweise geschätzte gesamte Umwelteffekt, der dem Lärm alleine zugeschrieben wird.

Navrud (2002) kommt bei der Bewertung der Vielzahl an Studien zu dem Ergebnis, dass sowohl methodische Unterschiede als auch unterschiedliche Verhältnisse auf den verschiedenen Wohnungsmärkten ein universell geltendes NSDI ausschließen. Außerdem sei es kaum möglich, Ergebnisse aus einer Region auf andere Regionen zu übertragen. Insgesamt scheinen NSDI-

Tab. E.1: Zahlungsbereitschaft für Reduktion des Straßenverkehrslärms

Ort	**Jahr**	**Szenario***	**Zahlungsbereitschaft** WTP/dB/HH/Jahr in Euro(2001)
Basel, Schweiz	1988	50% Reduktion	99
Neuchatel, Schweiz	1994	50% Reduktion	60 – 71
Oslo, Norwegen	1993	50% Reduktion	47 – 97
Schweden insg.	1995	Beseitigung	28
Helsinki, Finnland	1993	Beseitigung	6 – 9
Oslo, Norwegen	1994	50% Reduktion	19
Norwegen insg.	1997	Beseitigung	2
Oslo, Norwegen	2000	Beseitigung**	23 – 32
Lissabon, Portugal	1999	Keine Verdopplung	50
Pamplona, Spanien	1999	Beseitigung	2 – 3
Rhone-Alpes Region	2000	Beseitigung	7

* 50% Reduktion der Lärmbelästigung entspricht einer Reduktion von etwa 8 dB, Beseitigung der Lärmbelästigung entspricht einer Reduktion von etwa 10 dB, Vermeidung einer Verdopplung der Lärmbelästigung entspricht 10–15 dB.

** Nur Haushalte mit Belastung von über 55 dB

Quelle: Navrud (2002). Dort auch die entsprechenden Literaturquellen.

Werte von unter 0,5% für den reinen Lärmeffekt eher im realistischen Bereich zu liegen.

3.1.2 Schienenverkehr

Während der Straßenlärm recht intensiv erforscht ist, gibt es für die Abschätzung der Kosten durch Schienenverkehr nur sehr wenige Studien. Für die Umgebung des Osloer Bahnhofs wurde festgestellt, dass bei einer Verdopplung der Entfernung von den Schienen die Immobilienwerte um etwa 10% zunehmen (Navrud 2002). In einer Studie für die Strecke Frankfurt – Basel wurde für Straßen- und Schienenverkehr die externen Kosten bestimmt (Geßner/Weinreich 1998). Dabei wurde für die Zahlungsbereitschaft für eine ruhigere Wohnung auf der Basis einer bundesweiten Befragung im Jahr 1991 ermittelt. Die für die Studie benutzten Werte sind in Abb. E.2 wieder gegeben.

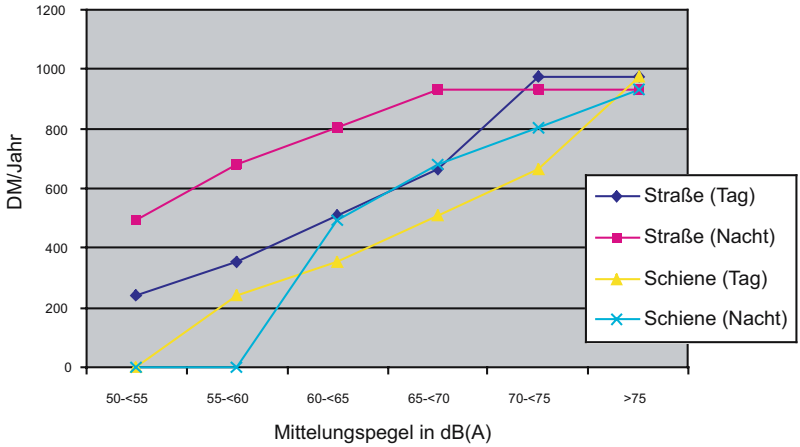


Abb. E.2: Zahlungsbereitschaft für „nahezu keinen Lärm“ (DM/Jahr) Quelle: Geßner/Weinreich (1998)

Diese Zahlungsbereitschaften werden mit dem erzeugten Lärm auf der Schienentrasse bzw. der Autobahn Frankfurt–Basel dazu benutzt, um die Lärmkosten dieser Strecke für verschiedene Verkehrsträger zu bestimmen. Die Ergebnisse in Tab. E.2 zeigen, dass die Lärmkosten im Personenverkehr auf der Autobahnstrecke Frankfurt–Basel niedriger ausfallen als die durch die Schiene anfallenden Kosten. Dagegen verursacht der Schienentransport von Gütern geringere Kosten als der Transport mit dem Lkw.

Die jährlichen Gesamtkosten des Verkehrslärms an der Strecke Frankfurt–Basel im Jahr 1995 beliefen sich auf 594 Mio. DM. Davon verursachte der Straßenverkehr 445 Mio. DM Kosten – mit einem Anteil des Lkw-Ver-

Tab. E.2: Spezifische Lärmkosten der Strecke Frankfurt–Basel

Frankfurt – Basel 1995		**Personenverkehr**		**Güterverkehr**	
	Länge (km)	**DM/tsd. pkm**	DM/Pers.	DM/tsd. tkm	DM/t
Straße	**310,1**	14,46	4,39	29,06	8,97
Schiene	343	24,78	8,50	12,01	4,12

Quelle: Geßner/Weinreich (1998)

kehrs von 62%. Die Kosten des Schienenverkehrs betrugen nur 149 Mio. DM (Geßner/Weinreich 1998).

3.1.3 Luftverkehr

Seit den sechziger Jahren gibt es eine große Zahl von Studien zu Flugzeuglärm. Dabei wurden mit hedonistischen Preisstudien hauptsächlich in den USA NSDIs bestimmt. Die Studien zeigen wiederum eine große Bandbreite des NSDI mit Schätzungen von 0,1% bis 3,57% (Schipper/Nijkamp/Rietveld 2002). Eine Tendenz zu einem Wert, der allgemeine Gültigkeit haben könnte, ist nicht festzustellen. Vielmehr zeigt eine Meta-Analyse der Ergebnisse, dass die Variation zu einem großen Teil durch spezifische Faktoren wie Zeitpunkt der Studie, Einkommen in der Region und Studiendesign erklärt werden können. Unter diesen Faktoren haben sich zwei als besonders wich-

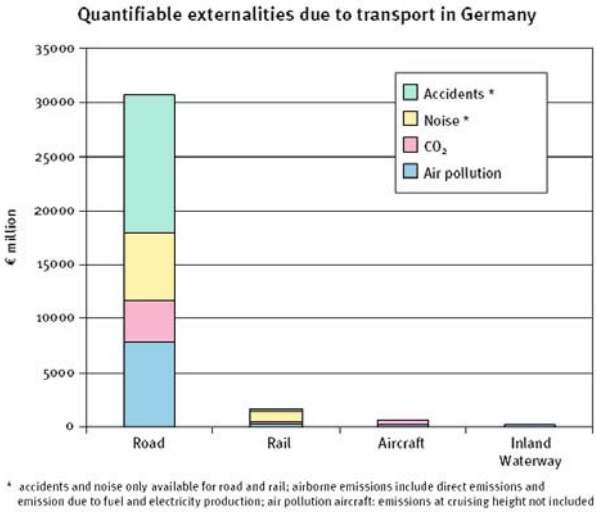


Abb. E.3: Externe Kosten des Verkehrs
Quelle: EU Kommission 2003

tig herausgestellt. Dies ist die Einkommenssituation. Bei hohen Einkommen steigen die NSDI Werte signifikant an. Auch die Frage, ob bei dem Design der Studie andere Umwelteffekte explizit herausgerechnet wurden, hat Einfluss auf den geschätzten NSDI. Studien ohne Berücksichtigung komplementärer Umwelteffekte bewerten den Lärmeffekt höher als Studien, bei denen diese Effekte explizit berücksichtigt werden.

Dies wird deutlich, wenn man die Zusammensetzung aller Umweltkosten des Verkehrs betrachtet. In einer Studie der Kommission der EU wurde eine solche Abschätzung für die externen Kosten des Verkehrs in Deutschland vorgenommen. Besonders bei dem Straßenverkehr wird deutlich, dass Lärm nur einen geringen Anteil an den externen Kosten ausmacht (Abb. E.3). Deshalb ergibt sich bei allen Studien, die nur die Lärmeffekte untersuchen, die Gefahr, dass die komplementär auftretenden anderen Effekte zumindest teilweise dem Lärm zugeschrieben werden. Dies kann sowohl bei Befragungen als auch bei hedonischen Preisstudien auftreten.

3.2 Empirische Schätzungen der Kosten der Lärmreduktion

Die Kosten der in Kapitel D beschriebenen Minderungspotentiale für Lärmemissionen sind kaum allgemein zu bestimmen. Lärmminderungen an der Quelle, das heißt am Verkehrsmittel selbst, variieren in ihren Kosten beträchtlich. Darüber hinaus sind Informationen über solche Kosten häufig nur den Herstellern selbst zugänglich und nicht veröffentlicht. Raumbezogene Lärmminderung entweder an der Verkehrsanlage (z.B. durch geräuscharme Beläge), durch Verlagerung der Geräuschemissionen (z.B. durch Umlenkung des Verkehrs in weniger lärmbelastete Gebiete) oder durch Reduktion der Lärmbelastung bei den Betroffenen (z.B. durch Schallschutzmaßnahmen am Gebäude) sind von sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen bestimmt, so dass eine Aussage über Kosten ohne standortspezifische Präzisierungen kaum möglich ist. Deshalb gibt es in der Literatur auch fast keine verallgemeinerbaren Daten über Kosten von Lärmschutzmaßnahmen. Lediglich relativ standardisierte Kosten wie die für beispielsweise Schallschutzfenster können quantifiziert werden. Für die Lärmschutzmaßnahme ist aber auch diese Information nur beschränkt nutzbar, weil die Situation vor Ort erst diktiert, wie viele Schallschutzfenster benötigt werden und welche alternative Maßnahme möglich wäre.

Eine Studie der OECD (1995) vergleicht die Kosten verschiedener Lärmschutzmaßnahmen. Für die Geräuschminderung in Wohngebieten wurden allerdings nur Maßnahmen an der Straße wie Schallschutzvorrichtungen oder verschiedene Straßenbeläge untersucht. Insofern ist ein Vergleich mit anderen technischen Optionen am Fahrzeug oder in der Nutzungsfrequenz der Straßen nicht möglich. Dabei zeigt sich, dass geräuscharme Straßenbeläge eine kostengünstige Alternative sind.

3.3 Kosten-Nutzen-Relationen

Eine gesamtwirtschaftlich rationale Lärmpolitik sollte die Kosten und Nutzen von Lärmschutzmaßnahmen gegenüberstellen. Nach den oben abgeleiteten Bedingungen für einen optimalen Lärmschutz sollten nur solche Projekte umgesetzt werden, bei denen die Kosten des Lärmschutzes eines Projektes von den monetarisierten Nutzen des Lärmschutzes signifikant überschritten werden. Allerdings werden solche Vergleiche explizit eher selten gemacht, da Lärmschutz in Deutschland weitgehend dort durchgeführt wird, wo die gesetzlichen Vorgaben dies verlangen. Die Aufwendungen und der Umfang des Lärmschutzes richten sich ebenfalls nach diesen Vorgaben, die nicht notwendigerweise von den Kosten-Nutzen Verhältnissen abhängig sein müssen.

Einige wenige Versuche von Kosten-Nutzen Abwägungen sind unternommen worden: Ein komplexer Ansatz für die Verkehrspolitik in der Stadt Brüssel (Ochelen et al. 1998) schließt alle Externalitäten (Staus, Luftverschmutzung, Lärm, Unfälle) in die Untersuchung mit ein, da einzelne Politikmaßnahmen in der Regel mehrere Externalitäten kontrollieren, eine Trennung nur des Lärms von den anderen Externalitäten also konzeptionell nicht möglich ist. In der Studie wurden die Kosten-Nutzen-Relationen für verschiedene Politikmaßnahmen berechnet.

Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die externen Kosten des Verkehrs bei Pkw und Bussen von den Staukosten dominiert werden. Sie machen über 95 Prozent der externen Kosten aus.[20] Sieht man von den Staukosten ab, so bleiben für den Lärm bei Pkw nur noch externe Kosten von 0,002 €/km in der Hauptverkehrszeit. In den anderen Zeiten liegen die Kosten bei 0,007 €/km. Busse und Bahnen haben um den Faktor 10 höhere externe Kosten. Auch eine Untersuchung der externen Kosten des Verkehrs in Sachsen kommt zu dem Ergebnis, dass der Lärm beim Straßenverkehr einen vergleichsweise geringen Anteil mit unter zehn Prozent der externen Kosten ausmacht. Bei dem Schienenverkehr liegt dieser Anteil bei nahezu einem Drittel (Gerike/Becker 2004).

Die Untersuchung verschiedener Politikoptionen (Straßennutzungsgebühren, erhöhte Parkgebühren, emissionsorientierte Steuern, etc.) zeigt, dass die Maßnahmen den größten Nutzen haben, die das Verkehrsvolumen am besten reduzieren. Selbst für die nicht stau-induzierten externen Kosten ist die Reduktion des innerstädtischen privaten Verkehrs und die Verlagerung auf den öffentlichen Nahverkehr in Brüssel eine effektive und gesamtwirtschaftlich effiziente Lösung.

---

[20] Es ist umstritten, ob Verkehrsstaus als externe Effekte interpretiert werden sollen. Die Verkehrsteilnehmer verursachen den Stau ja selbst und könnten andere Verkehrsmittel nutzen. Ähnliches gilt auch für die Unfälle, die in dieser Studie als externe Kosten angesehen werden.

In der Schweiz hat das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) eine Modellstudie für Straßenlärm einer stark befahrenen Straße in der Nähe einer Wohnsiedlung durchgeführt, bei der Nutzen und Kosten von vier expliziten Strategien untersucht wurden (Bögli et al. 1998). Diese waren

- Temporeduktion von 60 auf 50 km/h: 1,0dB(A)
- Lärmarmer Belag: 2,0 dB(A)
- Lärmschutzwand: 10,0 dB(A)
- Überdeckung von Straßen: 12,5 dB(A)

Für diese Alternativen wurden die Kosten der Maßnahme erfasst und mit den monetarisierten Nutzengewinnen der jeweiligen Maßnahme verglichen. Tab. E.3 fasst die Ergebnisse in kompakter Form zusammen. Die monetarisierten Nutzen werden auf der Basis eines NSDI von 1% berechnet. Die Effektivität ergibt sich aus dem Lärmschutzerfolg relativ zu der maximalen Maßnahme. Schließlich misst die Effizienz den Quotienten aus monetarisiertem Nutzen und den Kosten der Maßnahme, also eine Nutzen-Kosten-Relation.

Tab. E.3: Kosten und Nutzen von Lärmschutz in der Schweiz

	Kosten (CHF)	**Nutzen dB(A)**	**Nutzen (CHF)**	**Effektivität %**	**Effizienz**
Temporeduktion	2.000	1	25.480	8	12,74
Lärmarmer Belag	8.400	2	50.960	16	6,07
Lärmschutzwand	360.000	10	254.800	80	0,71
Überdeckung	8.000.000	12,5	318.500	100	0,04

Quelle: Bögli et al. 1998

Diese Fallstudie (Tab. E.3) kommt zu außerordentlich starken Variationen in den Nutzen-Kosten-Verhältnissen. Während für jeden Schweizer Franken, der an Kosten der Temporeduktion anfällt, über zwölf Franken Nutzen entsteht und auch bei den lärmarmen Belägen noch ein positiver Nettonutzen erzielt wird, stehen bei den anderen Maßnahmen Ertrag und Kosten in keinem positiven Verhältnis. Auch wenn die Studien mit teilweise sehr unterschiedlichen Ansätzen arbeiten, so zeigen sie doch alle den starken Zusammenhang zwischen verschiedenen externen Effekten. Daraus folgt auch, dass Maßnahmen der Verkehrsvermeidung bzw. der Verkehrsberuhigung und der Geschwindigkeitsreduktion insgesamt ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis besitzen. Mit diesen Untersuchungen und den Maßnahmen werden allerdings großflächige Lärmminderungsmaßnahmen bevorzugt

ausgewählt, weil eine großflächige Betrachtungsweise gewählt worden ist und weil alle Externalitäten des Straßenverkehrs mit einbezogen wurden. Bei einer Betrachtung lokaler „Hotspots“ und einer nur lärmorientierten Untersuchung können auch passive Lärmschutzmaßnahmen ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis erreichen.

Verkehrslärm kann auf vielen Wegen reduziert werden. Die direkteste Option ist Verkehrsvermeidung und -verringerung. Sie besteht einfach darin weniger zu fahren bzw. zu fliegen, andere Routen zu nutzen oder in bestimmten Bereichen gar nicht zu fahren. Daneben können durch produktbezogene Anforderungen die Geräuschemissionen der Verkehrsmittel reduziert werden. Schließlich können die Betroffenen direkt geschützt werden durch Lärmschutzwände, Isolierfenster etc. Jede dieser Optionen stellt unterschiedliche Anforderungen an die Vermeidungstechnik; sie ist mit unterschiedlichen Kosten verbunden und sie erfordert unterschiedliche lärmpolitische Instrumente. Darüber hinaus muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass der Einsatz von lärmpolitischen Instrumenten nicht unabhängig von anderen verkehrs- und umweltpolitischen Maßnahmen gesehen werden kann. Wegen der Synergieeffekte einer Maßnahme in bezug auf mehrere Ziele, z.B. Lärm und Schadstoffemissionen, würde eine nur auf eine Externalität ausgerichtete Instrumentenwahl ineffizient sein. Die Interaktion von verschiedenen Instrumenten, die entweder auf das gleiche Ziel oder auf unterschiedliche Ziele ausgerichtet sind, ist deshalb ein ebenso wichtiger Faktor wie die direkten Auswirkungen eines lärmpolitischen Instruments.

3.4 Technische Lösungen

Es gibt drei Gruppen von Lösungen, mit denen Verkehrslärm verringert werden kann:

- Verkehrsvermeidung/Verkehrsverringerung/Verkehrsumlenkung
- Lärmreduktion am Verkehrsmittel
- Lärmschutz bei dem Betroffenen/passiver Lärmschutz

Teilweise bestehen diese Optionen in technischen Lösungen, z.B. wenn Fahrzeuge leiser gemacht werden, wenn Schallschutzwände errichtet werden oder wenn Umgehungsstraßen gebaut werden. Daneben gibt es auch einige Maßnahmen, die ohne technische oder bauliche Veränderungen umgesetzt werden können. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Verringerung oder Verlagerung von Verkehrsströmen oder um langsameres Fahren. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass auch solche Maßnahmen an anderer Stelle direkte oder indirekte Kosten verursachen. Sie können Verkehrslärm an anderer Stelle verursachen, wo er möglicherweise weniger belastend oder belästigend ist. Sie verlangen statt einer Technikänderung Verhaltensänderungen. Diese können in den meisten Fällen aber nur durch

Anreize oder Ge- und Verbote erreicht werden. Ohne lärmpolitische Instrumente, die in Kapitel F.4 diskutiert werden, kann dies nicht erreicht werden.

Die technischen Potentiale für Lärmminderung wurden in Teil D beschrieben. Bei dem Straßenverkehr stehen die Minderung der Fahrbahngeräusche sowie die Minderung der Antriebsgeräusche insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen im Vordergrund (siehe Kapitel D.2.1). Bei dem Schienenverkehr gibt es keine herausstechende einzelne Maßnahme an der Quelle, die einen bedeutenden Beitrag zur Geräuschminderung liefert. Vielmehr ist es die Summe an Einzelmaßnahmen beim Rollgeräusch und am Antrieb, die zu der Minderung beitragen können (Kapitel D.2.3). Die technischen Optionen für Lärmminderung an Flugzeugen konzentrieren sich auf die Triebwerke, mit denen schon in der Vergangenheit beträchtliche Geräuschreduktionen erzielt werden konnten. Langfristig gibt es Design-Studien für „lärmoptimierte Flugzeuge", bei denen nicht nur Komponenten auf ihre Lärmminderung hin verbessert werden, sondern das Flugzeug als Ganzes unter dem Aspekt der minimalen Lärmentwicklung entworfen wird (Kapitel D.4.3). In allen Fällen besteht die Herausforderung darin, zu überprüfen, inwieweit die möglichen technischen Lösungen von den Kosten her so gestaltet sind, dass die zusätzliche Lärmminderung soviel Nutzen schafft, dass sie die zusätzlichen Kosten rechtfertigen. Nur wenn der subjektive Wert der verminderten Lärmbelastung größer ist als die dazu nötigen Vermeidungskosten, dann ist eine Maßnahme gesamtwirtschaftlich sinnvoll.

3.5 Verhaltensänderungen

Zu den technischen Maßnahmen an der Quelle können Maßnahmen hinzugefügt werden, die sich auf die Art der Nutzung der Verkehrsmittel beziehen. Hier geht es überwiegend um Verhaltensänderung im Betrieb der verschiedenen Verkehrsmittel und in deren Nutzung. Gemessen an den Potentialen der Reduktion von Belästigung durch Lärm ist bei allen Verkehrsträgern die zeitliche Umschichtung von Verkehr eine der effektivsten Maßnahmen. Insbesondere die Verlagerung nächtlichen Verkehrs in den Tag würde die Lärmbelästigung merklich reduzieren. Allerdings sind solche Maßnahmen nur begrenzt durchführbar und teilweise mit hohen Kosten verbunden.

Ein wichtiger Verhaltensaspekt im Straßenverkehr ist das Fahrverhalten, sowohl in Bezug auf die Geschwindigkeit als auch auf die Beschleunigung. Geschwindigkeitsbeschränkungen und rücksichtsvolles Beschleunigen bieten große Potentiale der Lärmminderung, die Modifikationen am Fahrzeug und Immissionsschutzmaßnahmen weit überlegen sind und in der Regel zu geringen zusätzlichen Kosten führen.

Schließlich ist die Belastung mit Lärm zu einem großen Teil durch die zunehmende Mobilität verursacht. Immer mehr Güter werden transportiert und immer mehr Menschen reisen immer häufiger, mit der Folge, dass der Verkehr schneller als die Einkommen wachsen. Bislang werden in vielen Fäl-

len die Lärmminderungsmaßnahmen an den Fahrzeugen, die zu einer signifikanten Verringerung der spezifischen Lärmemissionen führen, durch das Wachstum des Gesamtverkehrs mehr als kompensiert, so dass die Gesamtbelastung trotz dieser Maßnahmen zunimmt. Hier muss auch über die Frage nachgedacht werden, ob das Bedürfnis nach Mobilität entweder durch eine Veränderung von Lebensstilen oder durch wirtschaftliche Instrumente verändert bzw. generell reduziert wird.

3.6 Lärmpolitische Maßnahmen

Die Umweltgesetzgebung und damit die Lärmpolitik unterliegen vier Grundprinzipien, dem Vorsorgeprinzip, dem Verursacherprinzip, dem Integrationsprinzip und dem Kooperationsprinzip. Darüber hinaus hat der Lärmschutz durch den Art. 20a GG ebenfalls Verfassungsrang erlangt.[21] Diese Prinzipien alleine sind allerdings nicht in der Lage, allgemeine Prioritäten für bestimmte Lärmpolitiken zu bestimmen oder gar bestimmte umweltpolitische Instrumente vorzuschreiben. Sie stehen auch immer in einem Abwägungszusammenhang mit dem Recht, Lärm zu erzeugen, um damit z.B. das Bedürfnis nach Mobilität zu befriedigen. Diese rechtliche Abwägung (siehe Teil F) wird durch eine ökonomische Abwägung ergänzt, bei der Kosten und Nutzen bestimmter lärmreduzierender Maßnahmen miteinander verglichen werden. Dabei können unterschiedliche Lärmminderungsmaßnahmen und unterschiedliche Instrumente zur Durchsetzung dieser Maßnahmen zu unterschiedlichen Kosten-Nutzen-Verhältnissen führen.

Für die Auswahl und den Einsatz von lärmpolitischen Instrumenten sind zunächst die entsprechenden staatlichen Ziele von Bedeutung. In Deutschland werden die Lärmquellen von Straßenverkehr, Schiene und Luftverkehr getrennt reguliert. Es ist auch keine einheitliche Zielvorstellung bezüglich eines erwünschten maximalen Belastungsgrades feststellbar. Dies kann angesichts möglicher unterschiedlicher subjektiver Empfindungen bei gleichem Lärmpegel nicht wünschenswert sein. Darüber hinaus wiederspricht es dem Integrationsprinzip und ist wirtschaftlich ineffizient, da es die Interaktion von verschiedenen externen Effekten sowie von verschiedenen Verkehrsträgern ignoriert.

Wird allerdings für einen bestimmten Verkehrsträger ein Ziel festgelegt, ergibt sich ein Abwägungsproblem hinsichtlich der Vermeidungsoptionen und hinsichtlich der Instrumente, mit denen eine bestimmte Vermeidungsoption am besten umgesetzt werden kann. Im Prinzip könnten diese Abwägungen sequentiell vorgenommen werden, indem zunächst die kostengünstigste Vermeidungsoption bestimmt wird und dann das für die Umsetzung dieser Option optimale Instrument ausgewählt wird. Eine solche sequentielle Heran-

[21] Siehe dazu Teil F, insbesondere Kapitel 3.

gehensweise setzt allerdings voraus, dass für jede Option ein gleichermaßen effektives Instrument zur Verfügung steht. Da dies wahrscheinlich nicht der Fall ist, sollten Vermeidungsoptionen und Instrumente simultan bestimmt werden.

Lärmbezogene Verkehrsvermeidung hat einen stark räumlichen Charakter, denn die Lärmbelastung entsteht aus der Akkumulation von mehreren lokalen Verursachern. Die dafür zur Verfügung stehenden Instrumente sind bezüglich ihrer Wirksamkeit eher bei den ordnungsrechtlichen Maßnahmen zu finden. Geschwindigkeitsbeschränkungen, Fahrverbote etc. haben dort die größte Wirkung. Dagegen können ökonomische Anreizinstrumente nicht so zielgenau eingesetzt werden. Road-pricing z.B. würde zwar Anreize setzen, die zu geringerem Verkehrsaufkommen führen, wäre aber in der Praxis nur großflächig umzusetzen. Die Konsequenz wäre eine Reduzierung des Verkehrs über das eigentlich nötige Maß hinaus.

Lärmreduktion am Verkehrsmittel senkt generell die Lärmemissionen. Um allerdings an lokalen Hot-spots wirksam zu sein, müssen diese Maßnahmen stark genug und damit entsprechend kostenintensiv sein. Es kann also der Fall eintreten, dass ein Fahrzeug, das nur selten ein Lärmproblem darstellt, trotzdem im Gesamtbetrieb kostenintensiv geräuscharm ausgestattet wird. Vereinfacht bedeutet dies, dass ein Zug, der nur bei der Fahrt durch Ortschaften ein Lärmproblem darstellt, mit hohen Kosten so umgerüstet wird, dass er überall leise fährt, aber eigentlich niemanden belästigt.

Wirtschaftliche Anreize für Maßnahmen der Reduktion der Geräusche von Fahrzeugen können Emissionsabgaben für bestimmte Lärmpegel oder positive Anreize durch Steuervergünstigungen für leise Fahrzeuge sein. Ihnen allen ist gemein, dass sie sich nicht auf die räumlich eingrenzbare Lärmbelastung beziehen. Die gleiche Wirkung könnte auch durch ordnungsrechtliche Vorgaben, z.B. durch die in Deutschland geltenden Höchstwerte für Geräuschemissionen an Kraftfahrzeugen erreicht werden. Beide Maßnahmen würden wichtige Determinanten der Lärmverursachung nicht regulieren können. Weder das allgemeine Fahrverhalten noch die an Lärm-Hot-spots angepasste Fahrweise würden beeinflusst werden.

In den Fällen, in denen eine bestimmte lokale Belastungssituation auftritt, die von einem Entscheidungsträger kontrolliert bzw. reguliert werden kann, sind andere Instrumente der Lärmkontrolle möglich. Dies trifft beispielsweise für Flughäfen zu, bei denen die Zahl der Starts und Landungen, ihre zeitliche Struktur und die spezifische Lärmintensität des eingesetzten Fluggerätes von dem Flughafenbetreiber kontrolliert werden kann. Ebenso gilt dies für die Betreiber von Bahntrassen. In solchen Situationen können Lärmkontingentierungen das Gesamtvolumen der Lärmbelastung beschränken. Werden diese Kontingente handelbar gemacht, so entsteht ein Markt für Lärmemissionen, bei dem die kostengünstigen Lärmvermeidungsmaßnahmen umgesetzt werden und die Lärmverursacher mit hohen Vermeidungskosten die Lärmemissionsrechte erwerben würden. Damit würde die erlaubte Lärmbelastung zu minimalen Kosten herbeigeführt.

Lärmschutz bei den Betroffenen stellt eine Option dar, die dort vorgenommen werden sollte, wo lokal hohe Belastungen auftreten und gleichzeitig lärmarme Verkehrsmittel und verkehrsarme Lösungen nicht zu vertretbaren Kosten zur Verfügung stehen. Solche Maßnahmen werden in der Regel durch Subventionen der öffentlichen Hand finanziert. Damit wird das Verursacherprinzip normalerweise nicht eingehalten.

3.7 Interaktion von Zielen und Instrumenten

Das Ziel des Lärmschutzes erfordert es in den meisten Fällen, dass die Verkehrsträger Kraftfahrzeug, Schienenfahrzeug oder Flugzeug in der ein oder anderen Weise entweder technisch verändert werden oder dass Geschwindigkeit, Streckenführung oder das Fahrverhalten in der ein oder anderen Weise durch geeignete Instrumente beeinflusst werden. Bei der Wahl dieser Instrumente ist nun aber zu bedenken, dass lärmpolitische Maßnahmen nicht nur positive Auswirkungen auf die Lärmbelastung der Bürger haben, sondern auch andere positive Nebeneffekte zeigen können. Abb. E.3 hat für den Straßenverkehr klar gezeigt, dass die monetarisierten externen Effekte des Verkehrs in verschiedenen Dimensionen gesamtwirtschaftliche Kosten verursachen. Umgekehrt würden deshalb auch verkehrsreduzierende Maßnahmen neben der Lärmminderung auch andere positive Effekte haben. Das Instrument der Geschwindigkeitsbeschränkung würde die Geräuschemissionen durch Verkehrsberuhigung in Innenstädten reduzieren. Gleichzeitig würden aber auch z.B. die Unfallzahlen zurückgehen, die den monetär wichtigsten Teil der externen Kosten des Straßenverkehrs ausmachen. Eine Kosten-Nutzen Betrachtung von unterschiedlichen Maßnahmen und Instrumenten würde zu kurz greifen, wenn sie sich auf einen Effekt wie die Lärmminderung bezieht und die anderen Nebeneffekte ignoriert.

Für die Instrumentenwahl und für die Entscheidung über die Intensität des Instrumenteneinsatzes greift deshalb eine nur lärmbezogene Analyse von Kosten und Nutzen zu kurz. Vielmehr müsste eine Bewertung eines Instrumenteneinsatzes – z.B. der Verkehrberuhigung oder Verkehrseinschränkung – alle aus der Maßnahme entstehende Nutzen berücksichtigen. Dies würde bedeuten, dass die Emissionsminderung von Treibhausgasen und anderen Schadstoffen sowie die Unfallvermeidung neben der Lärmreduktion in die Bewertung der Nutzen der Maßnahmen eingehen müssten. Deshalb würde eine nur auf Lärm bezogene Bewertung von Politiken den Nutzen von Maßnahmen am Fahrzeug und von Lärmschutz bei dem Betroffenen relativ zu dem Nutzen von Verkehrsvermeidungsmaßnahmen systematisch überbewerten. Die bisherige Praxis scheint zu sein, dass die Instrumenten- und Maßnahmenwahl im Lärmschutz isoliert von anderen Maßnahmen der Kontrolle von Externalitäten des Verkehrs vorgenommen wird. Eine ganzheitliche Betrachtung der Externalitäten des Verkehrs und eine

Gesamtstrategie für Mobilität wären aber wünschenswert, um eine effiziente Internalisierung aller Externalitäten sicherzustellen.

3.8 Zur Wahl von Instrumenten des Lärmschutzes

Die gerade benannten Synergieeffekte von verkehrsregulierenden Maßnahmen für verschiedene negative Externalitäten des Verkehrs legen es nahe, zwischen rein lärmbezogenen Instrumenten und Instrumenten mit weiter reichender Wirkung zu unterscheiden. Rein lärmbezogene Instrumente beziehen sich überwiegend auf die weiter unten in Tab. E.4 genannten Maßnahmen der Lärmreduktion am Verkehrsmittel und den passiven Lärmschutz. Ordnungsrechtliche Vorgaben wie geräuschbezogene Grenzwerte für Fahrzeugzulassungen, lärmabhängige Landegebühren und technische Lärmminderungsmaßnahmen an Zügen, Kraftfahrzeugen oder Flugzeugen sind dafür Beispiele. Ebenso ist der Lärmschutz bei dem Betroffenen auch eine Investition, die nur Lärmschutzeffekte erzielt, wie z.B. der Einbau von Schallschutzfenstern oder Schallschutzwänden.

Dagegen zielen andere Maßnahmen nur indirekt auf den Lärmschutz, indem sie z.B. durch die Kontrolle der Verkehrsströme auch den Lärm reduzieren sollen. In der ökonomischen Analyse wird Eingriffen direkt an der Emissionsquelle üblicherweise der Vorzug gegeben, weil die Wirkung des eingesetzten Instruments größer ist, wenn es die Ursache der Externalität direkt beeinflusst. Diese Argumentation gilt nicht uneingeschränkt im Fall der Lärmvermeidung, weil bei Verkehrslärm, insbesondere bei dem durch Straßenverkehr verursachten Lärm, in der Regel mehrere Externalitäten gleichzeitig auftreten (Luftverschmutzung, Lärm, Unfälle, etc.). Damit ist der Einsatz von Instrumenten direkt an der Quelle nicht mehr klar identifizierbar. Während das Fahrzeug lärm- und schadstoffbezogen die Emissionsquelle ist, gehen die Unfallgefahren vom Fahrer bzw. der Verkehrsführung aus. Die Regel möglichst an der Emissionsquelle die Instrumente anzusetzen, ist deshalb nicht so eindeutig, wie im Falle von eindimensionalen Externalitäten.

Die indirekten Maßnahmen können deshalb im Sinne einer umfassenden Internalisierungsstrategie aller Externalitäten wirkungsvoller sein als nur lärmbezogene Maßnahmen an der Geräuschquelle. Die Wahl eines effizienten Instruments erfordert einen Vergleich von Kosten und Nutzen der Maßnahme, beziehungsweise der Instrumente, die eine bestimmte Verhaltensänderung hervorrufen. Einige Studien, die oben erwähnt wurden, haben eine Gegenüberstellung von Kosten der Lärmvermeidungsmaßnahmen und ihrer Lärmreduktion vorgenommen. So kommt die OECD (1995) zu dem Ergebnis, dass lärmarme Straßenbeläge eine effiziente Maßnahme darstellen, während eine Studie aus der Schweiz als beste Maßnahme Temporeduktion findet, eine Option, die nicht in der OECD-Studie untersucht worden ist. Würde man zu den lärmmindernden Effekten noch die anderen Verbesse-

rungen durch Tempominderung hinzufügen, so würde das Kosten-Nutzen-Verhältnis sich noch mehr zugunsten der Temporeduktion verschieben. Diese Beispiele deuten an, dass eine nur partielle Betrachtung von Lärm die Wahl der Maßnahmen verzerren kann.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat in seinem Gutachten 2004 (SRU 2004) schon eine auf den Gesamtlärm bezogene Sichtweise vorgeschlagen, um die Interaktionseffekte von Straßen-, Schienen-, Flugzeuglärm und anderen Lärmquellen in der Ziel- und Mittelbestimmung zu berücksichtigen. Gerade bei dem Verkehrslärm müsste diese Sichtweise ausgeweitet werden auf eine Berücksichtigung aller durch den Verkehr verursachten Externalitäten. Eine solche ganzheitliche Sichtweise würde die Vorteilhaftigkeit rein lärmbezogener Maßnahmen wahrscheinlich zugunsten von generell verkehrskontrollierenden Maßnahmen verschieben. Sie würde zudem eine Hinwendung der Politik zu einem integrierten Mobilitätskonzept und weg von verschiedenen verkehrsbezogenen Einzelmaßnahmen erfordern, die nicht nur die Mobilität selbst kontrollieren, sondern auch die Ursachen der Mobilität in der Siedlungsstruktur, der Teilung von Wohnen und Arbeiten und vielen anderen Faktoren mit einbeziehen. Das Integrationsprinzip sollte deshalb verstärkt zur Geltung kommen.

Tab. E.4: Instrumente der Lärmpolitik

	Verkehrsvermeidung bzw. Verkehrsverringerung	**Lärmreduktion am Verkehrsmittel**	**Lärmschutz bei den Betroffenen**
Straßenverkehr	*Ordnungsrecht* Fahrverbote bzw. – beschränkungen, Betriebsberechtigungen für Pkw *Ökon. Instrumente* Straßennutzungsgebühren, Lärmabhängige Trassenpreise	*Ordnungsrecht* Zulassungsvorschriften *Ökon. Instrumente* Lärmemissionsabgabe, modifizierte Kfz-Steuer	*Ordnungsrecht* Bau- bzw. Nachrüstungsauflagen, Verkehrswegeplanung *Ökon. Instrumente* Subventionen für Lärmschutz
Schienenverkehr	*Ordnungsrecht* Ge- und Verbote *Ökon. Instrumente* Handelbare Lärmkontingente auf Trassen	*Ordnungsrecht* Zulassungsvorschriften	*Ökon. Instrumente* Subventionen für passiven Schallschutz
Luftverkehr	*Ordnungsrecht* Ge- und Verbote, Kontingentierungen *Ökon. Instrumente* Kerosinsteuer	Ordnungsrecht Zulassungsvorschriften *Ökon. Instrumente* Landegebühren	*Ökon. Instrumente* Subventionen für passiven Schallschutz

Bei der Wahl von Instrumenten der Lärmreduktion sind deshalb neben der Gesamtlärmbetrachtung auch die anderen Externalitäten des Verkehrs in die Betrachtung mit einzubeziehen. Gleichzeitig ist die räumliche Dimension von großer Bedeutung, d.h. der Lärm tritt in der Regel als auf eine kleine Fläche beschränktes Problem auf und kann deshalb eher durch lokale Eingriffe als durch flächendeckende Maßnahmen kostengünstig kontrolliert werden. Erst aus der Gesamtsicht aller Dimensionen des Lärmproblems ist eine problemgerechte Auswahl der Instrumente möglich. Eine Diskussion von integrierten Mobilitätskonzepten ist in diesem Rahmen nicht möglich. Deshalb sollen im Folgenden exemplarisch die drei Bereiche Straßenverkehr, Schienenverkehr und Luftverkehr auf der Basis dieser Dimensionen diskutiert werden.

3.8.1 Straßenverkehr

Der Straßenverkehr ist offensichtlich mit einer Vielzahl von ungewollten, aber schwer vermeidbaren Nebeneffekten verbunden. Dabei spielt der Lärm nach den vorliegenden Studien eine eher untergeordnete Rolle, wenn die gesamten externen Kosten des Verkehrs abgeschätzt werden (siehe Kap. 3.1). Schadstoffemissionen und Unfallgefahren stellen die dominierende Externalität dar. Auch die volkswirtschaftlichen Kosten der in Staus verlorenen Zeit werden häufig als volkswirtschaftliche Kosten angesehen. Dies bedeutet, dass Instrumente, die gleichzeitig die Schadstoffemissionen, die Unfallhäufigkeit und die Lärmemissionen verringern, tendenziell eine bessere Kosten-Nutzen-Relation aufweisen, als sie in einer nur auf Lärm bezogenen Wirkungsanalyse hätten. Die Instrumente für die Lärmreduktion am Fahrzeug und der aktive und passive Lärmschutz würden deshalb in der Lärmpolitik zu vorteilhaft bewertet und möglicherweise zu häufig den Maßnahmen der Verkehrsvermeidung und der Verkehrsumlenkung vorgezogen.

In der Gesamtlärmbetrachtung von betroffenen Standorten ist die Mehrzahl der Probleme durch den Straßenverkehr verursacht. Nur in der Nähe von Flughäfen und von innerstädtischen Schienenwegen kommt bei einer Gesamtlärmbetrachtung eine Abwägung zwischen verschiedenen Verkehrsträgern in Frage. Allerdings sind bei der Regulierung unterschiedlicher Fahrzeugtypen die Summationsbetrachtungen von Bedeutung. In seiner räumlichen und zeitlichen Dimension stellt sich das Lärmproblem sehr unterschiedlich dar. Bei viel befahrenen und bewohnten Straßen ist das Lärmproblem hauptsächlich ein Problem der Masse des Verkehrs, bei nächtlichen Belastungen in Gegenden mit weniger Verkehr ist es eher ein Problem des individuellen Verhaltens.

Es erscheint offensichtlich, dass ein räumlich und zeitlich so differenziertes Phänomen nicht mit einem Instrument zu kontrollieren ist. Vielmehr müssen unterschiedliche Formen der Regulierung für die verschiedenen Dimensionen des Problems eingesetzt werden. Eine stärkere Ausrichtung auf die Verkehrsvermeidung und die Verkehrsverringerung hat Auswirkungen auf die Instru-

mentenwahl. Ordnungsrechtliche und planerische Eingriffe werden eine wichtige Rolle sowohl bei der Trassenplanung als auch bei der Kontrolle des Verkehrs auf bestehenden Trassen haben. Insbesondere die Geschwindigkeitskontrolle, die in Ex-ante-Studien kaum eine Lärmvermeidung verspricht, aber ex-post zu einem Rückgang der Belästigung führt (siehe Kap. D.7.3.1), würde noch wirkungsvoller, weil der Rückgang in der Unfallhäufigkeit als zusätzlicher Nutzen erreicht werden kann. Andererseits werden die Schadstoffemissionen – ein ebenfalls wichtiger Bestandteil der externen Kosten des Verkehrs – durch die Temporeduktion kaum merklich beeinflusst.

Ökonomische Instrumente wie Straßennutzungsgebühren würden zu einer Verlagerung des Verkehrs führen und sowohl Lärm als auch Schadstoffemissionen positiv beeinflussen. Dagegen werden sie keine Auswirkung auf das Fahrverhalten haben. Auch wenn die Straßennutzungsgebühren in der Regel einen nur geringen Anteil an den privaten Kosten der Mobilität ausmachen, scheinen sie recht wirksam zu sein. Dies liegt möglicherweise an der psychologisch unterschiedlich empfundenen Wirkungsweise von Mobilitätsausgaben. Die Mehrzahl der Mobilitätskosten fällt nicht in direktem Zusammenhang mit dem Fahren an. Die Kosten des Pkw, Steuern und Versicherung, Abschreibung und zum Teil die Füllung des Tanks werden nicht in direkten Zusammenhang mit der gefahrenen Strecke gebracht. Dagegen ist die jedes Mal neu zu entrichtende Straßennutzungsgebühr direkt mit der gefahrenen Strecke verbunden.

Lärmabhängige Kfz-Steuern würden dabei weniger zielgenau sein, da sie kaum einen Einfluss auf die gefahrene Strecke und damit auf die Lärmbelastung haben. Straßennutzungsgebühren können den kleinräumigen Regulierungsbedürfnissen, z.B. in Wohngebieten, nur in geringem Maße entsprechen, da sie dezentral erhoben werden müssten und dadurch hohe Verwaltungskosten verursachen würden. Allerdings entstehen neue Technologien, mit denen auch kleinräumige Differenzierungen in den Straßennutzungsgebühren durchführbar sind.

Auch steuerliche Regelungen, die eine Verringerung des Individualverkehrs zum Ziel haben, entfalten einen geringen Anreizcharakter, da sie zwar die Mobilität mittels Individualverkehr leicht einschränken, aber nur indirekte Wirkungen auf die Lärmemissionen haben. Darüber hinaus ist angesichts der geringen Preiselastizität der Nachfrage nach individueller Mobilität nur mit einer geringen Lenkungswirkung durch preisliche Instrumente zu rechnen.

Da geräuscharme Fahrzeuge zwar die spezifischen Emissionen eines Kraftfahrzeuges reduzieren, die Gesamtbelastung durch Lärm aber zu einem großen Teil durch das Volumen des Verkehrs bestimmt wird, kommt der Verkehrsplanung eine wichtige Rolle zu. Sie kontrolliert das Verkehrsaufkommen über die Lenkung der Ströme weg von Belastungsgebieten und kommt damit der Idee einer integrierten Mobilitätskontrolle nahe. Allerdings wird dadurch eher die räumliche Struktur der Verkehrsbewegungen beeinflusst und weniger das Verkehrsvolumen.

3.8.2 Schienenverkehr

Die Optionen für die Lärmreduktion im Schienenverkehr sind vergleichsweise klar: Das technische Potential der Lärmeindämmung an der Quelle, lärmoptimierte Betriebsweisen und Lärmschutz bei dem Betroffenen sind die wichtigsten Maßnahmen. Der Lärmschutz bei den Betroffenen in Form von Schallschutzwänden, Fenstern etc. wird mit etwa 600 000 € pro Gleiskilometer als recht teuer angesehen (Kap. D.3.1). Schallschutzfenster können durch Subventionen gefördert werden, während Schallschutzwände und ähnliches auch dem Trassenbetreiber auferlegt werden können, der dies dann in seiner Kostenkalkulation berücksichtigen muss.

Technische Verbesserungen sind in Kapitel D.3.3 beschrieben. Ihr Potential kann beträchtlich sein. Allerdings bedarf es der entsprechenden Anreize bei dem Betreiber, solche lärmreduzierten Fahrzeuge einzusetzen, da sie teurer sind als herkömmliche Fahrzeuge. Grenzwerte für die Lärmemissionen können vorgeschrieben werden. Dies würde allerdings nur für Neufahrzeuge von Bedeutung sein. Inwieweit eine Umrüstung von vorhandenem Fahrmaterial wirtschaftlich ist und vorgeschrieben werden sollte, bleibt eine offene Frage. Da Schienenfahrzeuge eine lange Lebensdauer haben, bringen technische Lösungen an neuem Gerät erst mit großer Zeitverzögerung eine nennenswerte Lärmminderung. Es kommt dann darauf an, den Fahrzeugpark möglichst optimal zu nutzen.

Lärmoptimale Betriebsweisen beruhen darauf, den Verkehr so auszuführen, dass minimale Lärmemissionen entstehen. Dies steht aber in direktem Konflikt mit betriebswirtschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Erwägungen. Ein lärmoptimaler Schienenverkehr würde bedeuten, dass nachts kein Verkehr stattfindet und tagsüber die Geschwindigkeiten reduziert werden. Beide Varianten sind wirtschaftlich nicht in reiner Form vertretbar. Die schon knappe Trassenkapazität würde weiter verringert werden und die Attraktivität des Schienenverkehrs gegenüber anderen Anbietern von Mobilitätsdienstleistungen würde stark vermindert werden, wenn die Geschwindigkeiten reduziert würden.

Flexible Lösungen wie handelbare Lärmkontingente für Trassen könnten ein Instrument sein, mit dem der Konflikt zwischen wirtschaftlichen Überlegungen und dem Lärmschutz gemildert werden kann. Zugleich würden neben einer hinsichtlich der Lärmreduktion verbesserten Trassennutzung auch Anreize zur Optimierung der Schienenfahrzeuge geschaffen. Trassenabhängige Kontingentierungen schreiben eine bestimmte maximale Gesamtbelastung durch Lärm vor, die nicht überschritten werden darf. Die Trassennutzer könnten dann die wirtschaftlichste Nutzung der Trasse selbst bestimmen, die unter der vorgegebenen Restriktion bezüglich der Gesamtlärmbelastung möglich ist. Dies kann in dem Einsatz lärmarmer Fahrzeuge in den Nachtzeiten bestehen oder in der Verbesserung des eingesetzten Gerätes in lärmsensitiven Zeiten. Wenn mehrere Trassennutzer um die Trasse konkurrieren, können sich über handelbare Trassennutzungsrechte Preise für die lärmgewichtete Trassennutzung einstellen.

Die inzwischen entwickelten Methoden zur Bestimmung der Kosten von Lärmbelastung (siehe Kap. E.2.2 und E.3.1) erlauben es, die Kosten der Lärmbelastung der Anwohner abzuschätzen. Die in Kapitel E.2.1 ausgeführte Systematik könnte in der Praxis eingesetzt werden, um die optimalen Lärmkontingente zu bestimmen. Schließlich würden daraus Preisanreize für eine approximativ optimale Restbelastung mit Lärm des Schienenverkehrs an einer bestimmten Trasse entstehen.

Es ist nicht überraschend, wenn lärmmindernde und gleichzeitig kostenintensive Maßnahmen nur dann umgesetzt werden, wenn die Betreiber die entsprechenden Anreize erhalten. Dies kann durch einen Mix von technischen Vorschriften für die eingesetzten Fahrzeuge, von Betriebsvorschriften (Nachtfahrten, Höchstgeschwindigkeiten und anderem mehr) oder durch Lärmgrenzwerte erfolgen. Allerdings haben Instrumente wie Lärmkontingente für Trassen wahrscheinlich eine größere Wirksamkeit, da sie die Flexibilität und Entscheidungsfreiheit der Betreiber über die Wahl der kostengünstigsten Lärmvermeidung beibehalten anstatt bestimmte Lösungen vorzuschreiben.

3.8.3 Luftverkehr

Die Kontrolle der Lärmemissionen im Luftverkehr bezieht sich fast ausschließlich auf die Start- und Landevorgänge. Diese werden durch die Zahl der Landungen und Starts, das eingesetzte Fluggerät sowie die operationellen Vorschriften bei Start und Landung bestimmt. Flugzeuge sind sehr langlebige Produkte mit einer Lebenszeit von bis zu 30 Jahren. Dies bedeutet, dass sich Lärmminderungen durch neue geräuscharme Flugzeuge nur mit großer Verzögerung durchsetzen und dass zu jedem Zeitpunkt Flotten mit sehr unterschiedlichen Emissionsprofilen eingesetzt werden (siehe Kap. D.4.3).

Technische Lärmminderung ist im Bereich von 2–3 dB durch Modifikationen an bestehenden Flugzeugen zu erreichen. Die gegenwärtig geltenden Höchstgrenzen für Lärmemissionen bei der Zulassung von Flugzeugen sind allerdings so hoch angesetzt, dass alle neuen Flugzeugtypen sie beträchtlich unterschreiten (Abb. D.56 in Kap. D.4.2). Durch schärfere Grenzwerte für die Zulassung könnten diese kurzfristigen Potentiale wahrscheinlich mobilisiert werden.

Geringfügige Lärmreduktionen an den Flugzeugen werden angesichts der Wachstumsraten des Flugverkehrs schnell durch die zunehmende Zahl an Starts und Landungen kompensiert. Rein technische Veränderungen können deshalb nur unzulänglich die Gesamtbelastung durch Fluglärm kontrollieren. Es müssen wohl auch Anpassungen im Verkehrsvolumen und in der zeitlichen Struktur der Flugbewegungen erfolgen, wenn die Belastung durch Fluglärm reduziert oder in der Zukunft in Grenzen gehalten werden soll. Die dafür einsetzbaren Instrumente existieren zum Teil schon. Landegebühren, die lärmabhängig gestaltet sind, oder Landeverbote für besonders laute Flugzeuge gibt es schon an vielen Flughäfen, auch wenn es den Anschein hat, dass die Differenzierung der Gebühren in vielen Fällen nicht so stark ausgeprägt ist, dass die gewünschten Anreizeffekte für geräuschärmere Flugbewegungen tatsächlich eintreten.

4 Gesamtwirtschaftliche Rückkopplungseffekte

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen stellt in seinem Gutachten für das Jahr 2002 fest: „Die verkehrsbedingte Lärmbelastung der Bevölkerung ist inzwischen eines der schwerwiegenden Probleme des Umwelt- und Gesundheitsschutzes“ (SRU 2002). Zugleich wird festgestellt, dass diese Belastung weiter zunimmt und verstärkte Maßnahmen im Lärmschutz notwendig seien (SRU 2004). Etwa 17% der Bevölkerung fühlen sich durch Verkehrslärm stark oder äußerst stark gestört oder belästigt (ebd.). Trotzdem sind durchgreifende Maßnahmen, die diesen Zustand erheblich verbessern würden, im Augenblick politisch anscheinend nicht vorgesehen. Die Analyse der Kosten-Nutzen-Relationen von Einzelmaßnahmen hat gezeigt, dass diese in vielen Fällen zu volkswirtschaftlich vertretbaren Kosten umzusetzen sind. Dennoch stellt sich die Frage, ob eine umfassende und flächendeckende Lösung des Lärmproblems mit gesamtwirtschaftlich unvertretbaren Effekten verbunden wäre.

Die Schätzungen über die Kosten des Verkehrslärms basieren zu einem großen Teil auf subjektiv empfundenen Belästigungen, die in die Zahlungsbereitschaft für eine Beseitigung des Problems umgerechnet wurden. Diese Kosten stellen zwar die monetäre Bewertung der Bürger zu diesem Problem dar, aber sie dürfen nicht als die durch den Verkehrslärm entstehenden Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Prozesse in Deutschland interpretiert werden. Ein lästiges Problem, das hohe subjektive Kosten verursacht, kann trotzdem weitgehend ohne wirtschaftliche Auswirkungen bleiben. Allerdings könnten die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer konsequenten Politik der Lärmreduktion sehr wohl gesamtwirtschaftliche Konsequenzen zeigen. Dies würde besonders augenfällig, wenn statt der heute zu beobachtenden Vielzahl an Einzelmaßnahmen, die besonders starke Lärmbelästigungen beseitigen, aber wahrscheinlich nicht bei der Gesamtheit der betroffenen Bevölkerung die Lärmbelastung reduzieren, ein Mobilitätskonzept umgesetzt würde, das alle Externalitäten des Verkehrs berücksichtigt. In diesem Fall werden weitreichendere Auswirkungen auf die Volkswirtschaft zu erwarten sein.

Eine generelle Berücksichtigung und Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs würde wahrscheinlich mit einem geringeren Individualverkehr in den Innenstädten einher gehen, da dort die größten Probleme auftreten. Die Diskussion um die Feinstaubbelastung zeigt, dass die Einhaltung der Grenzwerte in vielen Fällen nur mit einer komplett anderen Mobilitäts-

strategie in den Städten erreicht werden kann. Beispiele für stark reduzierten Individualverkehr gibt es inzwischen in einigen Städten mit teilweise sehr positiven Ergebnissen. Diese deuten an, dass die Anpassungskosten an eine andere Form der Mobilität nicht zu hoch zu sein scheinen. Allerdings steigen die Kosten neuer Mobilitätssysteme um so mehr an, je schneller sie umgesetzt werden sollen. Insofern ist es wünschenswert, dass neben der aktuellen Lärmbekämpfung auch die langfristigen Mobilitätskonzepte schon jetzt geplant und umgesetzt werden, um deren Kosten in Grenzen zu halten.

F Lärmschutz als Abwägung

1 Typische Lärmkonflikte

1.1 Konfliktfelder

1.1.1 Wirkungs- und Nutzungskonflikte durch Lärm

Schall (Geräusch) wird zu Lärm erst durch seine störenden oder schädigenden Wirkungen auf die belebte Umwelt (Kloepfer 2004)[22]. Hinter solchen Wirkungskonflikten stehen jedoch Nutzungskonflikte: Lärm ist eine spezifische Inanspruchnahme der mit ihm beaufschlagten Umgebung. Seine Störeigenschaften beeinflussen Vorgänge und Verhaltensweisen auf den von ihm erreichten, „lärmgestörten" Grundstücken und beschneiden dadurch deren Nutzungsmöglichkeiten – je nach Lärmintensität und Beschaffenheit der gestörten Grundstücke bis hin zur Aufhebung der Nutzbarkeit. Andererseits ist der Lärm elementar für die Benutzung der „störenden" Grundstücke. Für sie ist Lärm entweder Selbstzweck (dazu unten 1.3.1.1) oder aber – wie meist – Begleiterscheinung von Verhaltensweisen, die als solche erwünscht oder zumindest erlaubt sind. Das gilt jedenfalls, soweit denkbare und zumutbare Reduzierungsmaßnahmen ausgeschöpft sind; ein Gebot weitergehender Lärmvermeidung käme dann einer Pflicht zum Unterlassen der entsprechenden Nutzung gleich.

Sieht man auf den Ausgleich konkurrierender Bodennutzungsansprüche, so wird eine dritte Konfliktebene sichtbar, die häufig als motivierendes Element hinter den individualrechtlichen Positionen konkreter Verkehrslärmkonflikte aufscheint: tiefgreifende Meinungsgegensätze über die Gestaltung von Gesellschaft und Wirtschaft im Zusammenhang mit umweltbeanspruchenden Nutzungen. Im Grunde handelt es sich um politisch zu beantwortende Fragen nach gerechter und vernünftiger Verteilung von Ressourcen und Zumutungen im Allgemeinen und, im Verkehrsbereich, nach der Bewertung von Mobilität sowie Art und Umfang ihrer Befriedigung im Besonderen (vgl. Gethmann/Kloepfer/Reinert 1995). Individualkonflikte verdichten sich dabei zu gesellschaftlichen Konflikten, bei denen sich Gruppen von Interessenten (Lärmerzeugern, Betroffenen und Nutznießern) gegenüberstehen.

---

[22] Zu den Umweltbegriffen vgl. Kloepfer M (2004) § 1 Rn. 14 ff.; zu den Wirkungen auf den Menschen vgl. C.

Besonders deutlich wird dies bei der Verlärmung ökologischer Reservats- oder Ausgleichsräume (z.B. Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete und sonstiger Habitate), deren Beeinträchtigung von vornherein keiner subjektiv-rechtlichen Position Einzelner zugeordnet werden kann. Hier gerät die störende Grundstücksnutzung in Widerspruch zu einem Bedürfnis nach Vorhaltung und Bewahrung von Flächen durch möglichst weitgehende Freihaltung von Beeinflussung. Beides, Beeinflussung wie Freihaltung, beruht auf gesellschaftlich artikulierten und letztlich rechtlich anerkannten Forderungen von Menschen.[23]

1.1.2 Verteilungsungleichgewichte

Ihre eigentliche Schärfe erhalten Verkehrslärmkonflikte durch zwei Effekte. Zum einen ist Lärm regelmäßig aufgenötigte Beeinträchtigung, wohingegen die Lärmerzeugung, weil für den Erzeuger vorteilhaft, meist aus freier Entscheidung und nach eigenen Maßstäben stattfindet. Mehr noch: Nutzen und Lasten des Lärms sind regelmäßig ungleich verteilt. Während die direkten Vorteile der meisten lärmenden Vorgänge (etwa aus den Bewegungen eines Verkehrsmittels) regelmäßig ausschließlich dem Lärmerzeuger zufließen, hat dessen Umgebung nur die Belastungen durch Lärm zu tragen. Selbst dort, wo die Nutznießer der Lärmerzeuger dem eigenen Lärm ausgesetzt sind und deswegen sogar Vorsorge gegen Gefahren treffen müssen (Beispiel: Vorfeldlotsen, Militärpiloten), trifft der Lärm in bedeutendem Ausmaß ein Umfeld, das aus ihm keine unmittelbaren Vorteile ziehen kann.

1.1.3 Konflikte durch vorgelagerte Bodeninanspruchnahmen

Den Konflikten durch einwirkenden Verkehrslärm vorgelagert sind solche aus der Inanspruchnahme von Grund und Boden für die Errichtung emittierender Verkehrswege. Kann der Vorhabenträger die dazu benötigten Grundstücke nicht im Wege von Vereinbarungen erwerben, so erfordert die Errichtung des Verkehrsweges zwangsweise Grundstücksnutzungen in Form von Vorarbeiten (vgl. etwa § 17 AEG, § 16a FStrG, § 7 LuftVG), Veränderungssperren (§ 19 AEG, § 9a FStrG, § 8a LuftVG), vorzeitigen Besitzeinweisungen (§ 21 AEG, § 18f FStrG, § 27g LuftVG) sowie schließlich den Erwerb im Wege der Enteignung (vgl. nur § 28 LuftVG, § 22 AEG, § 19 FStrG). Sämtliche Maßnahmen werden in den Fachplanungsgesetzen durchweg im Interesse öffentlicher Infrastrukturzwecke zugelassen (zu deren Konkretisierung unten F.1.3.3).

Unmittelbarer als bei den schleichend wirksam werdenden Folgen von Lärm drängen sich hier auch die Konflikte mit Naturschutzaspekten ins

---

[23] Vgl. etwa die Richtlinie des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten 79/409/EWG – Vogelschutz-RL –, Abl. EG Nr. L 103 vom 25. April 1979, S. 1 und die Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen 92/43/EWG – Flora-Fauna-Habitat-RL –, Abl. EG Nr. L 206 vom 22. Juli 1992, S. 7 sowie etwa die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in § 19 BNatSchG.

Bewusstsein. Denn Anlegung und Ausbau von Verkehrsanlagen nötigen zu einer Vielzahl von Eingriffen in die natürlichen Lebensgrundlagen wie die Beseitigung von Waldflächen und Biotopen, Verdrängung von Tieren und Pflanzen oder die Zerstörung ihrer Lebensräume, die Versiegelung des Bodens sowie die Belastung der Umweltmedien Wasser und Luft durch Schadstoffeinträge.

1.1.4 Gestörte Nutzungen im Einzelnen

1.1.4.1 Wohnen

Die störempfindlichste Grundstücksnutzung ist zweifellos das Wohnen. Demgemäß werden die typischen Lärmkonflikte durch das Nebeneinander von Wohnnutzung und intensiver Verkehrswegenutzung, an erster Stelle Straßennutzung,[24] ausgelöst. Die gestörten Funktionen des Wohnens, die zugleich Schutzgegenstände und zu bewältigende Probleme in planerischen Verfahren darstellen, sind die Innenraumnutzung und die Nutzung der Außenwohnbereiche (Balkone, Terrassen, Gärten) am Tage. In den Sommermonaten können die Wohnfunktionen bis hinein in die späten Tagesrandzeiten oder sogar in die ersten Nachtstunden gestört sein, die Schutz ansonsten nur hinsichtlich der Schlafräume fordern. Bei der Innenraumnutzung besonders hervorzuheben sind die aktive und passive Kommunikation im weitesten Sinne unter Einschluss der Mediennutzung, die Erholung und das ungestörte Schlafen. Die Wohnnutzung ist nicht erst beim Vorliegen medizinischer Indikationen eingeschränkt; vielmehr muss innerhalb und außerhalb von Gebäuden eine nach den Verhältnissen angemessene soziale und kommunikative Lebensweise möglich sein. Hierfür gibt gerade die Beeinträchtigung der Kommunikation einen feinfühligen Störungsindikator ab.[25]

1.1.4.2 Wohnen und Schlafen bei geöffneten Fenstern

Ein Anspruch auf Wohnen und vor allem Schlafen bei (teilweise oder gelegentlich) geöffnetem Fenster gehört nach der gefestigten Rechtsprechung weder zu einer eigentumsrechtlich angemessenen Grundstücksnutzung noch zu dem, was der gesundheitliche Grundrechtsschutz insoweit fordert. Zwar ist das Eigentum gegenüber Beeinträchtigungen aus einer Verkehrsanlage nicht erst vor Eingriffen geschützt, die nur unter den Voraussetzungen des Art. 14 Abs. 3 GG und nur gegen eine Enteignungsentschädigung zulässig sind – also einen Entzug des Eigentumsrechts darstellen –, sondern schon

---

[24] Für die Straßennutzung vgl. BVerwG, Urteile vom 21. Mai 1976 – 4 C 80.74 –, BVerwGE 51, 15 und vom 22. Mai 1987 – 4 C 33 bis 35.83 –, BVerwGE 77, 285.

[25] Vgl. BVerwG, Urteil vom 21. Mai 1976, BVerwGE 51, 15, 33 f.; Urteil vom 30. Mai 1984 – 4 C 58.81 –, BVerwGE 69, 256, 276; Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 –, Buchholz 442.40 § 8 LuftVG Nr. 2 (S. 23 f.); OVG NRW, Urteil vom 23. Januar 1998 – 20 A 3642/91 –, Urteilsabdruck S. 39 f.; Berkemann in: Koch, Hans-Joachim (1990), Schutz vor Lärm, S. 83 f., 91.

vor derartigen tatsächlichen Einwirkungen, die – ohne eine solche Eingriffsintensität zu erreichen – doch die im Rahmen des Art. 14 Abs. 1 und 2 GG gewährleisteten Nutzungsmöglichkeiten schmälern. Jedoch kann die Möglichkeit, bei geöffneten Fenstern störungsfrei zu schlafen, als zu bewältigende Beeinträchtigung einer schützenswerten Eigentumsnutzung abwägend zu bewältigen sein, wenn sich in bislang nicht oder kaum belasteten Wohngebieten ein neues erhebliches Lärmgeschehen einstellt. Im Übrigen unterliegt diese Möglichkeit von vornherein der Relativierung durch gegenläufige Interessen, insbesondere die Verkehrsentwicklung. Dass ein Schlafen bei geöffneten Fenstern generell aus Gesundheitsgründen erforderlich ist, entspricht weder dem Stand der medizinischen Forschung noch dem Verhalten der überwiegenden Bevölkerung. Das Geschlossenhalten von Fenstern stellt sich damit als eine denkbare, in der Rechtsprechung vielfach als zumutbar erachtete Abhilfe gegen störenden Außenlärm dar. Die gegenteilige Sicht würde zu einer strikten Vorrangigkeit aktiven Schallschutzes durch Betriebseinschränkungen gegenüber dem üblicherweise bevorzugten passiven (baulichen) Schutz führen und wird deshalb mit Skepsis betrachtet.[26]

1.1.4.3 Konflikte mit Gewerbebetrieben

Eher atypisch sind Lärmkonflikte zwischen Verkehrslärm und Gewerbebetrieben, was an deren regelmäßig geringen Lärmempfindlichkeit liegt (Ausnahme z.B. Tonstudios, Wellness-Betriebe). Zum Teil besteht eine größere Lärmtoleranz aus der Natur der Sache heraus, etwa wegen eines erheblichen Angewiesenseins auf Verkehrsverbindungen zur Abwicklung der eigenen Geschäfte (Logistikunternehmen, Einzelhandelsgeschäfte in Fußgängerzonen aufgrund der Erschließungsfunktion). Soweit es um Arbeitsstätten geht, werden Konflikte durch Verpflichtungen des Gewerbetreibenden zu Gewährleistung von Arbeitsschutz entschärft.

1.1.4.4 Lärmsensible Nutzungen und Einrichtungen

Bei lärmempfindlichen Einrichtungen wie Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Alten-, Pflege- oder Erholungsheimen steht weniger die Störung der privaten Nutzungsentscheidung als vielmehr die Schmälerung einer Funktion mit überindividueller Bedeutung im Vordergrund. Die nachteilige Beeinflussung Einzelner durch erheblichen Lärm schlägt auf die Funktion durch und beeinträchtigt das allgemeine Bildungs- und Leistungsniveau oder die allgemeine Volksgesundheit.

---

[26] Vgl. BVerwG, Beschluss vom 29. Mai 2001 – 9 B 18.01 –, Beschlussabdruck S. 4 f. mit Hinweis auf Urteil vom 29. Januar 1991 – 4 C 51.89 –, BVerwGE 87, 332, 346 f., 372 f., 388; Urteil vom 18. April 1996 – 11 A 86.95 –, Buchholz 316 § 78 VwVfG Nr. 6, S. 20 f.; OVG NRW, Schlussurteil vom 29. Juli 2004 – 20 D 78/00.AK - (n.v.).

1.1.4.5 Kommunale Betätigungen

Wegen ihrer verfassungsrechtlich besonders geschützten Stellung können Kommunen gegenüber den Projekten überörtlicher (staatlicher) Planungsträger, durch die sie ohnehin vielfältig und nachhaltig belastet sind, eine hervorgehobene Betrachtung der Auswirkungen auf ihre Aufgaben beanspruchen. Gegenüber Beeinträchtigungen durch Verkehrslärm geschützt sind als Bestandteile des Selbstverwaltungsrechts (Art. 28 Abs. 2 GG) gemeindliche Bodennutzungsentscheidungen im Rahmen der Bauleitplanung (die sog. Planungshoheit) und das Recht zur Errichtung und zum Betrieb kommunaler Einrichtungen. Unerheblich ist, ob in die bauliche Anlage einer Einrichtung selbst eingegriffen wird oder ob diese – wie für Verkehrslärm typisch – ihre Funktionsfähigkeit mindert.[27]

Als Eigentümerin von Grundstücken ist eine Gemeinde gegen Verkehrslärm im Ergebnis wie andere – private – Eigentümer geschützt. Zwar steht ihr das Eigentumsrecht aus Art. 14 I GG – auch außerhalb der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben – nicht zu, weshalb das Eigentum von Gemeinden verfassungsrechtlich nur im Rahmen der Gewährleistung der kommunalen Selbstverwaltung geschützt ist, also insoweit, als es Gegenstand und Grundlage kommunaler Betätigung ist.[28] Doch schon die einfachrechtliche Eigentümerstellung aus §§ 903 ff. BGB vermittelt der Gemeinde eine potentiell abwägungserhebliche Position, kraft derer sie zur Sicherung der Benutzung ihrer Grundstücke im Einwirkungsbereich des Verkehrsweges wie ein privater Eigentümer Schutz vor deren Lärmimmissionen verlangen kann.[29]

1.1.4.6 Habitate

Der Schutz von Habitaten, also Räumen, die der möglichst unbeeinflussten Entfaltung der Tier- und Pflanzenwelt dienen, wurde früher vor allem unter dem Vorzeichen einer Sicherung der Lebensqualität des Menschen betrachtet. Die Rechtsetzung der Europäischen Gemeinschaft hat den Blick allerdings für ein moderneres Verständnis geweitet und verstärkt auf den Eigenwert der außermenschlichen Umwelt gelenkt.

Soweit es um Habitate mit Erholungsfunktion geht, bergen deren Beeinträchtigungen indes nicht nur ideelle Nachteile. Da Erholung zumeist mit

---

[27] BVerwG, Urteil vom 16. Dezember 1988 – 4 C 40.86 –, BVerwGE 81, 95 (106); Urteil vom 27. März 1992 – 7 C 18.91 –, BVerwGE 90, 96, 100; Beschluss vom 21. Januar 1993 – 4 B 206.92 –, NVwZ 1993, 884, 886; Beschluss vom 15. Juli 1994 – 4 B 102.94 –, DVBl. 1994, 1152, 1153; Urteil vom 27. August 1997 – 11 A 18.96 –, UPR 1998, 112; Urteil vom 21. März 1996 – 4 C 26.94 – BVerwGE 100, 388; Gerichtsbescheid vom 27. Dezember 1995 – 11 A 24.95 –, NVwZ 1996, 895.

[28] BVerfG, Beschluss vom 8. Juli 1982 – 2 BvR 1187/80 –, BVerfGE 61, 82, 100 ff.; Kammerbeschluss vom 23. Juli 2002 – 2 BvR 403/02 –, UPR 2002, 438.

[29] Vgl. BVerwG, Urteil vom 21. Mai 1976 – 4 C 38.74 –, BVerwGE 51, 6, 11 f.; Urteil vom 15. April 1977 – IV C 3.74 –, BVerwGE 52, 226, 235; Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 u.a. –, Buchholz 442.40 § 8 LuftVG Nr. 2; BVerwGE 69, 256. 261.

touristischen Aktivitäten verbunden ist, sind bei Minderung der Erholungsfunktion zugleich Rückgänge der touristischen Nutzung dieser Gebiete zu besorgen, die für die betroffenen Kommunen mit spürbaren finanziellen Einbußen einhergehen. Dieser Effekt ist bei einer Verlärmung besonders ausgeprägt, da Lärm mit Blick auf Erholung ein besonders hohes Störpotenzial aufweist. Verkehrslärm ist überdies mit geruchsintensiven Schadstoffimmissionen verbunden, die die Störwirkung des Verkehrs erhöhen. Hier kommt es zu Konflikten, die Zulassungsbehörden häufig ein Bekenntnis zu einer der miteinander unvereinbaren Nutzungen abverlangen. Denn beim Schutz von Außenbereichen und touristischen Nutzungen (z.B. Wohnwagen) versagt oft der sonst so deutlich favorisierte bauliche Schallschutz.

1.2 Konfliktbeteiligte

1.2.1 Einige notwendige Vorbemerkungen

Lärmkonflikte sind Konflikte zwischen Verursachern und Betroffenen. Wer dies in einer voll entwickelten Industriegesellschaft jeweils ist, kann mit einem Wort beantwortet werden: „Jede Person" – und zwar ohne Ausnahme. Banal, aber im Nachbarschaftsverhältnis seit je besonders konfliktträchtig sind Geräusche des *häuslichen Bereichs* durch lautes Sprechen, Türenschlagen, Mediennutzung, Spielen von Musikinstrumenten oder Gebrauch lärmintensiver Geräte wie Mixer, Staubsauger und Rasenmäher. Aus dem rein privaten Bereich hinaus weist die lautstarke Nutzung *öffentlich zugänglicher Einrichtungen* wie Sport- und Spielstätten, Kinderspielplätze, Camping- und Badeplätze, Kleingartenanlagen oder Wasserflächen (Motorbootsport). Solche Anlagen werfen Nutzungskonflikte im öffentlich-rechtlichen Nachbarschaftsverhältnis zwischen privaten oder öffentlichen Anlagenbetreibern und Dritten auf. Soweit Gewerbebetriebe u.ä. (z.B. Schreinereien, Fußballstadien oder Autodrome wie der Nürburgring) nicht selbst Geräusche erzeugen, sind mit ihnen regelmäßig jedenfalls in beachtlichem Umfang Zu- und Abgangsverkehre verbunden, seien diese motorisiert oder fußläufig, aber nicht minder lautstark. Zu ihnen gehören Gast- und Vergnügungsstätten, namentlich solche mit Biergärten[30], Tankstellen, Kioske und Beherbergungsbetriebe, die von privaten Unternehmern betrieben werden – wiederum jeweils auf der Grundlage öffentlich-rechtlicher Erlaubnisse.

Die Nutzung von Verkehrsmitteln macht jeden Einzelnen zum „Täter" wie zum „Opfer" von Lärm. Selbst, wer es strikt ablehnt, Verkehrsmittel zu benutzen und dadurch Lärm zu erzeugen, also etwa niemals ein Auto fahren oder gar ein Flugzeug besteigen würde, kann dennoch unversehens in die Lage geraten, im Notfall mittels Krankenwagen oder Hubschrauber in ein

[30] BVerwG, Urteil vom 28. Januar 1999 – 7 CN 1. 97 –, NVwZ 1999, 651 zur Bayerischen Biergärten-Nutzungszeiten-Verordnung.

Krankenhaus transportiert zu werden; und auf jeden Fall ist er auf Waren angewiesen, die lärmintensiv hergestellt und transportiert worden sind. Wegen der hohen Besiedlungsdichte der Bundesrepublik ist es so gut wie ausgeschlossen, dass erzeugte Geräusche keine unbeteiligten Dritten erreichen. Unter den obwaltenden Verhältnissen ist der einsiedlerische Selbstversorger eine Illusion; wenn es ihn gäbe, taugte er jedenfalls nicht zum Vorbild mit Modellcharakter für eine zukunftsfähige Gesellschaft.

Selbstverständlich gibt es Abstufungen. Vor allem aber gibt es einen beständigen Rollentausch zwischen Lärm„tätern“ und „-opfern“: Wer seine Nachbarn gedankenlos bis tief in die Nacht hinein mit Partylärm am Einschlafen gehindert oder mehrfach aufgeweckt hat, fühlt sich am darauffolgenden Morgen selbst durch deren Türenschlagen und Motorengeräusche gestört, die unvermeidlich mit dem Weg zur Arbeit verbunden sind. Nicht minder störend findet der Vielflieger oder Urlaubsreisende den ständigen Lkw-Verkehr auf einer nahegelegenen Hauptverkehrsstraße. Die eigene Lärmverursachung, stets als sinnvoll oder sogar schicksalhaft gerechtfertigt, erhöht die eigene Bereitschaft zur Hinnahme fremden Lärms offenbar um kein Jota.

1.2.2 Lärmverursacher

1.2.2.1 Private Verursacher

Je nach Bereich, in dem Lärm seinen Ursprung hat, unterscheidet man grob zwischen Freizeitlärm, Nachbarschaftslärm, Baulärm, Gewerbe- und Industrielärm sowie schließlich Verkehrslärm. Unmittelbare Lärmverursacher können staatliche Stellen sein (dazu unten 1.2.4), sind ganz überwiegend aber Private, die als Individuen (Mieter, Eigentümer, Bauherrn, Erholungssuchende) auftreten oder als privatrechtlich organisierte Unternehmen (z.B. Baufirmen, Schreinereien und sonstige Handwerksbetriebe, Industriebetriebe oder Windenergieanlagenbetreiber). Für sie hat die Lärmerzeugung einen privatwirtschaftlichen Hintergrund, der maßgeblich wirtschaftlich oder beruflich geprägt und unmittelbar mit dem Erfolg der eigenen Tätigkeit verknüpft ist. Zulässigkeit und Beurteilung des Lärms hängt zwar vielfach von je eigenständigen Regeln des zivilen oder öffentlichen Rechts ab; die Rechtsordnung ist dabei heute aber doch vom Willen zu einem einheitlichen, für alle Privaten gleichermaßen verbindlichen zumutbaren Lärmniveau bestimmt.[31]

1.2.2.2 Der Verkehrsbereich im Allgemeinen

Im Verkehrsbereich findet sich, anders als bei rein privatem Lärm, eine – in ihren Konsequenzen freilich schwer zu überschauende – Mischung aus privater Verursachung und hoheitlicher Mitverursachung. Verkehrslärm ent-

[31] Vgl. insofern § 906 Abs. 2 BGB mit seinem Bezug auf spezielle, insbesondere öffentlich-rechtliche Vorschriften der Lärmbewertung.

steht unmittelbar aus der Nutzung von Verkehrsanlagen durch Private oder Unternehmen. Die öffentliche Hand kommt auf zwei Wegen ins Spiel: Zum einen als öffentliche Anteilseigner an privatwirtschaftlich agierenden Unternehmen und zum anderen durch die Steuerung des Verkehrsgeschehens mithilfe gesetzlich vorgesehene Erlaubnis- und Zulassungsakte. In diesen drücken sich die gewichtigen öffentlichen Interessen an der Ermöglichung des Verkehrs als solcher wie auch an der geordneten Abwicklung des Verkehrs aus (dazu näher unten 1.3.3). Dementsprechend differenziert und komplex geregelt ist die Organisation des Verkehrs. In jedem Teilbereich sind als Lärmverursacher mit je eigenen Beiträgen zu unterscheiden: die Träger bzw. Betreiber von Verkehrsanlagen und Verkehrswegen, die aktiven und passiven Nutzer von Verkehrsmitteln sowie schließlich die Nutznießer von Verkehrsleistungen.

1.2.2.3 Straßen und Wasserstraßen

In der gegenwärtigen Rechts- und Verfassungsordnung werden nur die öffentlichen Straßen und die Wasserstraßen von hoheitlichen Stellen *geschaffen* und *unterhalten*. Eigentümer der Bundeswasserstraßen ist der Bund, der sie durch eigene Behörden verwaltet, Art. 89 GG. Er ist auch Eigentümer der Fernstraßen des Bundes (Bundesautobahnen und Bundesstraßen des Fernverkehrs), lässt diese jedoch grundsätzlich durch die Länder oder die nach Landesrecht zuständigen Selbstverwaltungskörperschaften (Gemeinden, Kreise usw.) verwalten, vgl. Art. 90 GG. Die Aufgabe der Verwaltung schließt die Unterhaltung bestehender wie die Fachplanung und den Bau neuer Straßen ein. Diese Aufgaben werden in den Ländern von staatlichen und kommunalen Baulastträgern wahrgenommen. Jedem Bau und jeder Änderung vorgeschaltet sind öffentlich-rechtliche Zulassungsakte anderer staatlicher Stellen. Erst beides gemeinsam (Zulassung und Errichtung) eröffnet die Möglichkeit von lärmintensivem Verkehrsgeschehen auf Straßen.

Nutzer der Straßen sind hingegen fast ausschließlich Private: Einzelne mit Personenkraftwagen zu privaten Zwecken (Individualverkehr), der gewerbliche Personen- und Güterkraftverkehr sowie der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV); von untergeordneter Bedeutung ist die Straßennutzung durch den Staat (Polizei, Militär und Behörden). Privater Individualverkehr ist an Werktagen überwiegend Berufsverkehr und findet in den sensiblen Tagesrandzeiten statt; an arbeitsfreien Tagen ist er Freizeitverkehr. Rein privatwirtschaftlich organisiert und von privaten Unternehmern durchgeführt wird auch der Güterkraftverkehr, der lediglich einer staatlichen Erlaubnispflicht unterworfen ist (Güterkraftverkehrsgesetz). Die gewerbliche (entgeltliche oder geschäftsmäßige) Personenbeförderung ist zwar ebenfalls durchgehend privatrechtlich organisiert und bedarf der Zulassung durch Genehmigungen (Personenbeförderungsgesetz – PBefG); aber nur der gewerbliche Gelegenheitsverkehr mit Bussen und Taxen, vielfach innerhalb des Orts- oder Nachbarschaftsbereichs, wird auch von privaten Unternehmern (natürlichen oder

juristischen Personen des Privatrechts) betrieben. Der ö*ffentliche Personennahverkehr* im Linienverkehr mit Straßen- und sonstigen Schienenbahnen, Oberleitungsomnibussen (Obussen) und Bussen, Schwebe-, Hoch- und Untergrundbahnen, die den Straßenraum teilweise mit einem besonderen Bahnkörper nutzen, wird hingegen von Verkehrsbetrieben durchgeführt, die das Personenbeförderungsgesetz mit Bedacht als „Aufgabenträger" bezeichnet: Sie haben Verkehrsleistungen im öffentlichen Verkehrsinteresse eigenwirtschaftlich zu erbringen (§ 8 Abs. 3 und 4, § 13 Abs. 3 und 4 PBefG) und sind deshalb als meist kommunale Verkehrsbetriebe zwar privatrechtliche Gesellschaften, werden aber von öffentlichen Anteilseignern beherrscht.

1.2.2.4 Eisenbahnen

Im Unterschied zu den Straßen hat bei den Verkehrswegen der Eisenbahnen – wie bei ihrem Betrieb – eine Entstaatlichung stattgefunden. Die Eisenbahnen des Bundes werden nach ausdrücklicher verfassungsrechtlicher Vorschrift als Wirtschaftsunternehmen in privat-rechtlicher Form geführt, Art. 87e Abs. 3 GG. Demgemäß ist die frühere Deutsche Bundesbahn, ein sog. Sondervermögen des Bundes, in die Deutsche Bahn AG überführt worden, die als Holding fungiert und sich untergliedert u.a. in die DB Netz AG, DB Cargo AG, DB Reise & Touristik AG oder DB Station & Service AG. Damit ist eine Trennung von Netz (der Eisenbahninfrastruktur, § 2 Abs. 3 Allgemeines Eisenbahngesetz – AEG) und Betrieb (dem öffentlichen Eisenbahnverkehr, vgl. § 3 AEG) realisiert, wie sie auch im Allgemeinen Eisenbahngesetz angelegt ist. Demgegenüber steht die Eisenbahnverkehrsverwaltung für Eisenbahnen des Bundes, die in bundeseigener Verwaltung, durch das Eisenbahn-Bundesamt, geführt wird, Art. 87e Abs. 1 GG.

Die Deutsche Bahn AG steht gemäß der genannten Vorschrift im Eigentum des Bundes, soweit die Tätigkeit des Wirtschaftsunternehmens den Bau, die Unterhaltung und das Betreiben von Schienenwegen umfasst. Es handelt sich um Bahnbetriebsverwaltung durch Private, die über eine gesellschaftsrechtliche Beherrschung unter der Kontrolle des Bundes stehen müssen; denn die Mehrheit der Anteile an diesen Unternehmen muss auch bei etwaigen Anteilsveräußerungen an Dritte beim Bund verbleiben (Art. 87e Abs. 3 Satz 3 GG). Die Anlegung von Schienenwegen durch Private (nichtöffentliche nichtbundeseigene Eisenbahnen, zum Begriff vgl. § 6 Abs. 1 Satz 2 AEG) spielt daneben zurzeit eine geringe Rolle, ebenso wie der private Eisenbahnbetrieb, d.h. die Nutzung der öffentlichen Eisenbahninfrastruktur durch private Anbieter, die von der Europäischen Gemeinschaft aus Wettbewerbsgründen besonders gefördert wird.

1.2.2.5 Luftverkehr

Beim Luftverkehr ist zwischen den Bodenanlagen (Flugplätzen), ihrem Betrieb und ihrer Nutzung einerseits und dem Luftraum zu unterscheiden. Die Betreiber *ziviler* Flugplätze sind sämtlich privatrechtlich organisiert.

Kleinere Plätze, die meist dem Segel- und Motorsportflug dienen, werden von eingetragenen Vereinen betrieben, die nicht dem allgemeinen Verkehr zur Verfügung stehenden zivilen Sonderflugplätze von Unternehmern für eigenen Werkflugverkehr (Bsp.: Hamburg-Finkenwerder als Airbus-Werkflugplatz); auch die Halter der größeren Verkehrslandeplätze und Verkehrsflughäfen sind Unternehmer, regelmäßig in der Form einer GmbH; nur die den Flughafen Frankfurt am Main betreibende Fraport ist eine Aktiengesellschaft. Da auch die Flugplätze des allgemeinen Verkehrs, wie die übrigen Verkehrswege, als Anlagen der Daseinsvorsorge betrachtet werden, findet sich wiederum eine weitgehende, traditionell sogar vollständige Beherrschung der Flughafengesellschaften durch öffentliche Anteilseigner (Gemeinden, Landkreise, Länder und in wenigen Fällen noch der Bund). Halter der *militärischen oder militärisch mitgenutzten Flugplätze* ist der Bund als alleiniger Träger der Landesverteidigung und der Streitkräfte (Art. 87a und 87b GG). Der *Luftraum* als notwendiges Medium des Fliegens wird als Teil des darunter liegenden Staatsgebietes am Boden begriffen, seine Nutzung wird demgemäß einzelstaatlich, in Europa auch gemeinschaftsrechtlich geregelt (§ 1 Abs. 1 LuftVG). Nutzer der Flugplätze und des Luftraums sind Einzelne (Privatflieger), in der Masse jedoch Fluggesellschaften, deren Kunden wiederum Passagiere, Fracht- und Logistikunternehmen sind.

1.2.3 Lärmbetroffene

1.2.3.1 „Nachbarn"

Die durch Lärm Betroffenen werden häufig als „Nachbarn" bezeichnet, Streitigkeiten zwischen ihnen und Lärmverursachern dementsprechend als Nachbarstreitigkeiten, besser als Nachbarrechtskonflikte. Der Begriff des „Nachbarn" oder „benachbarten Grundstücks" im Sinne des öffentlichen Immissionsschutz- und Anlagenzulassungsrechts (vgl. z.B. § 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG; § 9 Abs. 2 LuftVG) darf indes nicht auf eine räumliche Nähebeziehung eingeengt werden. Von der Zweckrichtung her, die Störwirkungen des Lärms zu erfassen, sind nicht nur etwa die an eine emittierende Anlage angrenzenden Grundstücke gemeint, sondern all jene, die im *Einwirkungsbereich* ihrer Emissionen liegen (vgl. Kloepfer 2004, § 8 Rn. 27 ff.; Michler 2004, Rn. 1154).[32] Nachbar einer Lärmquelle ist somit zunächst jeder, der von ihr faktisch erreicht wird. Eine tatsächliche Betroffenheit reicht jedoch allein nicht aus, um rechtliche Konsequenzen zu ziehen. Die Beeinträchtigung durch Lärm muss die Qualität eines Rechtsgutes mindern, d.h. einer rechtlich geschützten Position. Um Ansprüche auf Abwägung dieser Betrof-

[32] Vgl. Steinberg/Berg/Wickel (2000) Fachplanung, 3. Aufl. Baden-Baden, § 1 Rn. 29 ff., § 6 Rn. 51 ff.; aus der Rechtsprechung schon BVerwG, Urteil vom 24. Oktober 1967 – I C 64.65 –, BVerwGE 28, 131, 134; Urteil vom 16. März 1972 – I C 49.70 –, Buchholz 451.170 AtomG Nr. 1 S. 4.

fenheit in Planungsverfahren oder gar auf Abwehr zu begründen, bedarf es daher einer rechtlichen Betroffenheit.

Dass die Rechtsprechung – wie die Immissionsschutz- und Planungsgesetze – insofern seit je an das Grundeigentum anknüpft,[33] ist vielfach kritisiert worden,[34] jedoch nicht mit überzeugenden Gründen: Nur das Grundstück bildet durch seine fixe Lagebeziehung zur Lärmquelle und die Unausweichlichkeit der Betroffenheit den geeigneten Ansatzpunkt für greifbare, der Bewertung und Planung zugängliche Relationen, wie sie rechtliche Betrachtungen voraussetzen. Die Gewährleistung einer durch Verkehrslärm nicht erheblich beeinträchtigten Grundstücksnutzung schließt dabei auch die Beeinträchtigung der personenbezogenen Rechtsgüter des Art. 2 Abs. 2 GG aus.[35] Denn die Eigentumsnutzung ist bereits deutlich unterhalb derjenigen Belastung beeinträchtigt, die als gesundheitsgefährdend anzusehen ist.

1.2.3.2 Inhaber konkurrierender Nutzungsrechte

Die Beteiligten von Lärmkonflikten sind damit die Inhaber der konkurrierenden Nutzungsrechte oder Interessen. Zu identifizieren sind sie ohne weiteres anhand der Nachteile der Lärmbelastung auf der einen und des Nutzen der lärmerzeugenden Verhaltensweisen auf der anderen Seite. Lärmkonflikte werden ganz überwiegend als Nachbarrechtskonflikt ausgetragen mit dem Anliegen, eine konkurrierende Grundstücksnutzung zu unterbinden, einzuschränken oder zumindest Schutzmaßnahmen zu verfügen (F.4.1.2). Auch hier wird der Begriff des „Nachbarn“ weit verstanden: Nachbar ist, wer durch Verkehrslärm, der einem verantwortlichen Erzeuger zugerechnet werden kann, in rechtlich geschützten oder jedenfalls abwägungserheblichen Belangen berührt wird. Faktisch liegen die solcherart Betroffenen, wegen der stofflichen Art der Einwirkung durch Lärm, im räumlichen Einwirkungsbereich der Lärmquelle. Relevant wird diese Einwirkung indes allein über die Transformation in Erheblichkeit durch schützende Normen.

1.2.3.3 Sonderrolle von Gemeinden

Gemeinden befinden sich gegenüber Verkehrswegen in einer zwiespältigen Lage: Einerseits schätzen sie – im Sinne eines Standortvorteils – die vielfältigen Vorteile einer guten Einbindung in die Infrastruktur; andererseits haben sie die intensiven Belastungen durch Verkehrswege, die von überörtlichen Trägern geschaffen werden, zu verkraften und oft mit erheblichem eigenen finanziellen und planerischen Aufwand zu bewältigen. Auch die jeweiligen Einwohner erwarten nicht selten, dass ihre Gemeinde gegen unerwünschte Lärmbelastungen vorgeht, wodurch sich Gemeindeverwaltungen häufig veranlasst sehen, gegen Verkehrsprojekte vor Gericht zu ziehen.

---

[33] Vgl. BVerwG, Buchholz 442.08 § 36 BbG Nr. 5. S. 9 m.w.N.
[34] Steinberg/Berg/Wickel (Fn. 12) § 4 Rn. 79.
[35] Wie Fn. 34.

Gemeinden sind in solchen Klageverfahren wie Private darauf verwiesen, ihre eigenen Rechte als Lärmbetroffene geltend zu machen (Kämper 2003, 59 ff.). Das Rechtsschutzmodell einer stellvertretenden, gewissermaßen prozessstandschaftlichen Rechtswahrnehmung von Gemeinden für ihre lärmgeplagten Einwohner[36] hat sich nicht durchgesetzt. Allerdings ist es verkürzend, wenn die Betroffenheiten Einzelner für die rechtlich relevante Belastung von Gemeinden als irrelevant bezeichnet werden: Mit der Akkumulation von Betroffenheiten einzelner Gemeindeeinwohner wird sich regelmäßig eine Betroffenheit der Gemeinde verbinden, aus der ihr Notwendigkeiten des Handelns erwachsen. Dies verschafft ihr zugleich eine wehrfähige, bei der Planung mit dem gebotenen Gewicht einzustellende Rechtsposition.

1.2.3.4 Verbände und Verbandsklage

Zunehmend treten Verbände in der Rolle des Sachwalters von Lärmschutzinteressen gegen Verkehrsprojekte auf. Im Rahmen des deutschen Rechts, das in seiner Grundstruktur auf den Schutz individueller Interessen ausgerichtet ist (§ 42 Abs. 2 VwGO), ist dem wenig Erfolg beschieden, jedenfalls soweit es sich um Bürgerinitiativen oder Interessenvertretungen Betroffener (Bsp.: Bundesvereinigung gegen Fluglärm) ohne eigene Rechtspersönlichkeit und eigene Betroffenheit handelt. Indes hat sich der deutsche Bundesgesetzgeber in § 61 BNatSchG i.d.F. des BNatSchGNeuregG vom 25. März 2002 (BGBl. I S. 1193) der naturschutzrechtlichen Vereinsklage geöffnet, nachdem von Seiten der Europäischen Gemeinschaft eine effektive gerichtliche Überprüfungsmöglichkeit der weitgehend gemeinschaftsrechtlich durchformten Naturschutzbelange erwartet wird.[37] Damit ist anerkannten Naturschutzvereinen – unabhängig von der Verletzung in eigenen Rechten – eine Klagemöglichkeit eröffnet worden, soweit ihnen im Verwaltungsverfahren Mitwirkungsmöglichkeiten eingeräumt sind und ihr satzungsmäßiger Aufgabenbereich berührt ist.

1.2.4 Staatliche Rollen in Lärmkonflikten

Die Rolle staatlicher Stellen in Konflikten um Lärm ist vielgestaltig. Sie variiert mit der Beteiligung des Staates am jeweiligen Lärmgeschehen erheblich.

---

[36] So etwa die Überlegungen von Schmidt-Aßmann, Konzentrierter oder phasenspezifischer Rechtsschutz?, DVBl. 1981, 334.

[37] Die Europäische Kommission – Generaldirektion Umwelt - hat im Anschluss an die Aarhus-Konvention vom 25. Juni 1998 (siehe unter http:// www.unece.org/ env/pp) zur Erweiterung der Verbandsklagemöglichkeit ein Arbeitsdokument „Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten“ vom 11. April 2002 erstellt, das Grundlage für Konsultationen der Mitgliedstaaten ist. Das Arbeitsdokument ist abrufbar unter www.europa.eu.int/comm/environment/aarhus/index.htm.

1.2.4.1 Der Staat als unmittelbarer Lärmerzeuger

Zahlenmäßig eher untergeordnet, dafür aber meist intensiv fällt öffentlichen (staatlichen oder kommunalen) Stellen die Rolle des unmittelbaren Lärmerzeugers zu. In diese Kategorie gehören der Betrieb von Militärflugplätzen und der Militärflug selbst (mit hohen Flugleistungen, Rottenstarts, Tiefflügen usw.) sowie die Benutzung von Boden-/Luftschießplätzen, jeweils durch den Bund. Erheblich störend ist auch die kommunale Abfallentsorgung mit speziellen Transportfahrzeugen, deren Immissionsträchtigkeit in Wohngebieten gerade in den lärmempfindlichen Morgenstunden erkannt und heute im Bundes-Immissionsschutzgesetz erfasst ist. Typisch ist auch die Feuerwehr und Notfallrettung mit Krankenwagen, Hubschraubern u.ä., die in den Rettungsgesetzen der Länder oftmals als Selbstverwaltungsaufgaben aufgefasst und kommunalen Stellen zugewiesen sind. Typisch ist auch die Hervorrufung von Zu- und Abgangsverkehren beim Besuch öffentlicher Verwaltungen und Einrichtungen (Schulen, Bibliotheken, Theater u.v.m.).

In den weitaus meisten Fällen trifft den Staat indes nur eine indirekte oder Mitverantwortung für die Lärmentstehung, weil er die ursächlichen Anlagen und ihre Benutzung plant und zulässt (erlaubt, genehmigt, planfestgestellt usw.) oder als Träger bzw. Anteilseigner entsprechender Gesellschaften fungiert, was oben für Straßen, Verkehrsflugplätze und den ÖPNV gezeigt worden ist.

1.2.4.2 Sicherstellung des öffentlichen Verkehrsnetzes

Im Bereich des Verkehrs ist der Staat durchgängig mittelbare Ursache für Lärm infolge seiner Sicherstellungsverantwortung für die Infrastruktur. Die Pflicht zur Gewährleistung eines mehrgliedrigen, multifunktionalen, gestuften und hinsichtlich der Verkehrsträger verknüpften Verkehrsnetzes, das den jeweiligen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anforderungen gerecht wird, ist unter den Bedingungen der modernen Gesellschaft als Teil der Daseinsvorsorge zu verstehen und verfassungsrechtlich namentlich im Sozialstaatsprinzip (Art. 20 Abs. 1 GG) verankert. Diese Verantwortung nimmt der Staat indes nicht einheitlich und nach (rechts-)systematischen Überlegungen wahr, sondern – in den Grundzügen wie in den Details – auf unterschiedlichste Weise nach sachgesetzlichen Besonderheiten des jeweiligen Verkehrsträgers. Demgemäß können im Wesentlichen zwei gesetzliche Modelle staatlicher Einflussnahme und Mitwirkung an der Infrastruktur unterschieden werden: die originäre staatliche Planung und die Zulassung der Bereitstellung von Verkehrswegen und -anlagen durch Private.

1.2.4.3 Originäre staatliche Planung

Die staatliche Eigenvornahme in Form originärer Planung und Verwaltung von Verkehrswegen (durch Bund, Länder und Kommunen) dominiert bei Straßen, Wasserstraßen und der Luftraumnutzung. Originäre Planung

meint dabei die Planung ohne zwingenden Anstoß oder notwendige Mitwirkung von Dritten. Im Detail finden sich bei diesem Modell allerdings feine Abstufungen: Die lärmverursachende Verkehrsanlage kann vom Staat selbst geplant, errichtet und sodann auch selbst (lärmverursachend) genutzt werden. Betroffene sehen sich gegenüber solchen Anlagen *Eingriffen von hoher Hand* ausgesetzt, wie dies bei Militärflugplätzen der Fall ist, früher auch bei der Deutschen Bundesbahn der Fall war. Der Staat kann sich aber auch auf die originäre Planung und Bereitstellung eines Verkehrsweges beschränken und ihn sodann Dritten zur Nutzung nach gesondert getroffenen verkehrlichen Regelungen zur Verfügung stellen. Diese Variante verfolgt der Staat bei den Bundesfernstraßen und Bundeswasserstraßen sowie der zivilen Luftraumnutzung.

Der Staat ist Eigentümer von *Straßenflächen* und *Wasserstraßen*, die er auf mehreren Ebenen selbst plant und durch andere öffentliche Stellen in seinem Auftrag bauen und unterhalten lässt. Beim Bau von Bundesfernstraßen betreibt der Bund eine eigenständige Bedarfsplanung (Bundesverkehrswegeplan, Bedarfsgesetze) und weitere Pläne, mit denen die Detailplanung und Problembewältigung in späteren Planfeststellungsverfahren vorstrukturiert werden (unten 1.3.3.3 sowie F 4.2.3). Die Zumutbarkeitsgrenzen für den von solchen Straßen ausgehenden Verkehrslärm sind ebenfalls bundesrechtlich vorgegeben, nämlich in der 16. BImSchV. Die Realisierung der Straßenbauvorhaben im Einzelnen überlässt der Bund Landesbehörden – den Trägern der Straßenbaulast – also anderen staatlichen Stellen, die bei Bau und Unterhaltung in seinem Auftrag und unter seiner vollen Direktionsmacht Dritten gegenüber als Verantwortliche auftreten (Bundesauftragsverwaltung, vgl. Art. 90 GG). Mittlerweile findet sich auch hier freilich eine starke Tendenz zur Privatisierung.[38] Auf Landesebene gehen der eigentlichen Wegeplanung auf der Grundlage von Raumordnungsgesetz, Raumordnungsverordnung und den Landesplanungsgesetzen gesamtplanerische (raumordnerische) Entscheidungen voraus, in denen wiederum staatliche Vorentscheidungen über Trassierung bzw. Platzierung und die Dimensionierung von konkreten Verkehrsanlagen getroffen werden.

Originäre Planung verfolgt der Bund auch bei den *Bundeswasserstraßen* (vgl. Art. 89 GG, § 13 WaStrG) und beim *Luftraum*. Letzterer ist eigentumsrechtlich – anders als Straßen und Wasserwege – als Raum über der Oberfläche des Erdkörpers dem jeweils unter ihm liegenden privaten Grundstück zugeordnet (§ 905 Satz 1 BGB), jedoch für die fliegerische Nutzung innerhalb der Gesetze freigegeben (§ 1 Abs. 1 LuftVG). Der Bund strukturiert den Luftraum durch eine allgemein geltende Luftraumordnung (§ 10 und Anlage 4 LuftVO), den unteren Luftraum im Flughafennahbereich durch Flugverfahren für An- und Abflüge („Flugrouten", § 27a LuftVO), ferner den oberen

[38] Vgl. Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz – FStrPrivFinG - vom 30. August 1994, BGBl. I S. 2243; Neufassung vom 20. Januar 2003, BGBl. I S. 98.

Luftraum – im Zusammenwirken mit europäischen Stellen wie Eurocontrol – durch übergeordnete Flugflächen und „Luftstraßen" für Instrumentenflüge, die in verwaltungsinternen Plänen festgelegt sind, deren Nutzung in Flugplänen beantragt werden muss (§ 25 LuftVO) und durch Einzelakte der jeweils zuständigen Flugsicherungsstellen freigegeben wird (Flugverkehrskontrollfreigaben, § 26 LuftVO).[39] Es handelt sich um originäre staatliche Planung, weil sie aus der staatlichen Lufthoheit resultiert und aus sich heraus und ohne Bindung an die Vorgaben Dritter (insbesondere eines privaten Vorhabenträgers) zu einer eigenständigen Gestaltung der Luftraumstruktur führt. Für Luftfahrzeugführer zieht die Luftraumstruktur verbindliche Beschränkungen der an sich „freien" Nutzung des Luftraums nach sich; für Grundstückseigentümer bestimmt sie Inhalt und Schranken ihres Eigentums an den überflogenen Grundstücken (Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG).

1.2.4.4 Privatwirtschaftliche Modelle

Bei den Verkehrswegen Flugplatz und Eisenbahn verfolgt der Bund, wie Länder und Kommunen beim ÖPNV (oben 1.2.2.3), privatwirtschaftlich geprägte Modelle der Planung, Realisierung und Bereitstellung. Dies ist zwar nicht mit einer Entlassung aus seiner Verantwortung verbunden, zielt aber darauf ab, den jeweiligen Verkehrsweg verstärkt marktwirtschaftlichen Mechanismen zu überlassen. Die staatliche Zulassung privater Vorhaben geht wegen der verbleibenden Sicherstellungsverantwortung damit einher, den privaten Vorhabenträgern die Rahmenbedingungen zu schaffen und zu erhalten, die sie für das Bestehen am Markt benötigen. Das zieht, zumindest zum Teil, nach sich, dass unrentable Strecken nicht bedient werden.

Die Sicherstellung der *Luftverkehrsinfrastruktur am Boden* – den Flugplätzen – erfolgt in der Bundesrepublik im Unterschied zum Luftraum traditionell auf einem weitestgehend privatwirtschaftlich geprägten Weg: Das Grundgesetz weist dem Bund im Bereich der Luftfahrt zwar die Luftverkehrsverwaltung (Art. 87d GG) zu, damit jedoch keine Aufgaben als Träger von Verkehrsanlagen oder als Anbieter von Verkehrsleistungen (durch Fluggesellschaften oder Abfertiger).[40] Planung und Betrieb ziviler Flugplätze ist vielmehr durchgängig, wie heute auch die Unterhaltung eines „flag carriers" (der Deutschen Lufthansa AG), Gesellschaften des Privatrechts überantwortet, die von jeher als Wirtschaftsunternehmen eigenständig agieren. Einwirkungsmöglichkeiten pflegt die öffentliche Hand über das Gesellschaftsrecht zu wahren; denn an den Betreibergesellschaften der größeren Flugplätze

---

[39] Zur Luftraumstruktur vgl. von Elm, LUFTRECHT-ONLINE. Elektronische Vorschriftensammlung für das Recht der Luftfahrt, www.dfs-service.de.

[40] Vgl. Horn, in: v. Mangoldt/Klein, GG, Art. 87d Abs. 1 Rn. 24. Anderes gilt nach Art. 89 GG für die Bundeswasserstraßen und nach Art. 90 GG für die Bundesfernstraßen, früher auch nach Art. 87 Abs. 1 S. 1 GG für Bundeseisenbahnen und Bundespost.

sind seit langem ganz überwiegend öffentliche Stellen (Bund, Länder und Selbstverwaltungskörperschaften) als Gesellschafter beteiligt,[41] weshalb man insoweit von öffentlichen bzw. von gemischtwirtschaftlichen Unternehmen sprechen kann.[42] Auch sie agieren als Unternehmen am Markt und sind dem Wettbewerb ausgesetzt.

Entsprechendes gilt heute im *Eisenbahnrecht*, nach Aufgabe des Modells der früheren Bundesbahn. Auch die Eisenbahnverkehrsverwaltung für Eisenbahnen des Bundes wird in bundeseigener Verwaltung geführt. Dementsprechend behält der Bund die Bedarfsplanung für die Infrastruktur in der Hand, entlässt die Realisierung aber insofern aus seiner Verantwortung, als die Initiative – mit notwendiger Antragstellung durch Dritte – und die Ausführung konkreter Vorhaben in privatrechtlichen Formen handelnden Dritten überlassen ist.

1.2.4.5 Schlussfolgerungen

Wo der Staat in öffentlich-rechtlichen Handlungsformen selbst Lärmverursacher ist, steht er betroffenen Bürgern als Eingreifender gegenüber. In privatwirtschaftlichen Modellen wählt er die Rollen des hoheitlich planendbereitstellenden Staates, des privatrechtlich agierenden Gesellschafters öffentlicher oder gemischtwirtschaftlicher Unternehmen oder des billigenden Staates, der in öffentlich-rechtlichen Zulassungsverfahren über das Ob und Wie der Verkehrswegenutzung entscheidet. Wie Flugplätze und Eisenbahnen zeigen, können diese Rollen durch verschiedene Stellen nebeneinander ausgeübt werden. Mit der gesetzlich vorgesehenen Notwendigkeit staatlicher Zulassungsentscheidungen fällt ihm in jedem Falle eine Art *Moderatorenstellung* zu: Er hat die unabhängig an ihn herangetragenen Vorstellungen eines privaten Vorhabenträgers (des Flughafen- bzw. Eisenbahnunternehmers, wenngleich an diesem öffentlich-rechtliche Körperschaften beteiligt sind) lediglich abwägend nachzuvollziehen, dabei einen gerechten Interessenausgleich mit der betroffenen Umgebung und öffentlichen Interessen herzustellen und das Vorhaben – gegebenenfalls modifizierend – zuzulassen (oder abzulehnen) und dadurch die rechtliche Verantwortung für die Planung des Dritten zu übernehmen.[43] Diese Verantwortung setzt sich nach der Realisierung des Vorhabens in einer staatlichen Nutzungsüberwachung fort, in welcher staatliche Stellen im Streitfall wiederum als Mittler zwischen widerstreitenden Interessen auftreten.

Die Gründe für die Wahl des jeweils verfolgten Modells sind vielschichtig und heute meist in der allgemeinen Diskussion um die Privatisierung veror-

---

[41] Zur Gesellschafterstruktur der internationalen Verkehrsflughäfen vgl. das Flughafenkonzept der Bundesregierung vom 20. August 2000, S. 57.

[42] Dazu Wysk, ZLW 2003, 602 ff.

[43] Vgl. dazu BVerwG, Urteil vom 17. Januar 1986 – 4 C 6.84 u.a. –, BVerwGE 72, 365, 367 sowie Kühling Jürgen, (1988) Fachplanungsrecht, Rn. 13.

tet. Dabei steht der Umweltschutz zwar nicht im Vordergrund; er wird aber zwangsläufig mitberührt: Zentral ist die Frage, in welchem Maße der Staat die Entscheidung über anlagenbezogene Emissionen aus seinem unmittelbaren Einflussbereich entlässt und damit markt- bzw. betriebswirtschaftlich geprägten Mechanismen aussetzt und sich mit der Zulassung von Anlagen und ihrer Überwachung auf eine reaktive Rolle zurückzieht, in der von ihm lediglich die materiell- und verfahrensrechtliche Maßstäbe des Betriebs von Anlagen vorgegeben werden.

1.2.5 Streitkonstellationen

Aus dem Vorstehenden ergeben sich die Streitkonstellationen in Konfliktfällen. Sie variieren mit der Phase der Zulassung oder Nutzung eines Verkehrsweges.

1.2.5.1 Streit im „Dreiecks"verhältnis

Lärmerzeuger und Lärmbetroffene streiten nur privatrechtlich unmittelbar miteinander, in öffentlich-rechtlichen Zusammenhängen unter regelmäßiger Inanspruchnahme einer staatlichen Stelle, gewissermaßen also in „Dreiecks"beziehungen. Ziel der gerichtlichen Inanspruchnahme ist die Abwehr, Modifikation oder Einschränkung einer behördlichen Zulassungsentscheidung oder die Nutzbarmachung einer behördlichen Befugnis zur Unterbindung des in Rede stehenden Lärms, meist im Wege der Aufsicht.

1.2.5.2 Verwaltungsverfahren

Den ersten Ansatzpunkt für Streitigkeiten bilden die Planungen von Vorhabenträgern. Während früher eher der Prozess um eine behördlich schon erteilte Zulassung im Mittelpunkt stand, hat die betroffene Bevölkerung mittlerweile das Verwaltungsverfahren im Vorfeld der Zulassung als Forum wirksamen Protestes erkannt. Die zahlreichen Fehlerheilungsmöglichkeiten im Verwaltungsprozess kommen hier noch nicht zum Zuge, und es lässt sich noch gestaltender Einfluss auf die Planung nehmen. Die Durchsetzung von Interessen erfolgt im Anhörungs- und Einwendungsverfahren, die in den Fachplanungs- und Verwaltungsverfahrensgesetzen formalisiert sind.

1.2.5.3 Verwaltungsprozess

Vor Gericht ergeben sich aus den potentiell gestörten Nutzungen zwei typische Konfliktsituationen: In der größeren Zahl der Fälle greifen Lärmbetroffene die Errichtung von Verkehrsanlagen oder deren Ausbau an; in gleicher Weise wehren sie sich gegen Ausweitungen oder Veränderungen der Benutzung. Im Streit sind insofern jeweils staatliche Zulassungsentscheidungen in Form von Genehmigungen oder Planfeststellungsbeschlüssen, die die unabdingbare Voraussetzung der Projektrealisierung darstellen. Sie bilden die konkreten Angriffsstellen für Streitigkeiten um ihre Aufhebung oder (hilfsweise) ihre Ergänzung um zusätzliche Schutzvorkehrungen.

1.2.5.4 Aufsicht und Lärmsanierung

Nach der Realisierung einer Verkehrsanlage konzentriert sich der mögliche Streit auf die Begehren Lärmbetroffener, die zuständige Behörde möge die Benutzung von Verkehrsanlagen nachträglich wieder einschränken oder einzelnen Eigentümern zumindest passiven Schallschutz in ausreichendem Maße zugestehen (Lärmsanierung). Im Zentrum steht die Behauptung, dass sich im Zuge der Wegenutzung – entgegen der ursprünglichen Annahme in der Zulassungsentscheidung – eine unzumutbare Entwicklung eingestellt habe.

1.3 Beteiligte Interessen

Hochkomplexe Infrastrukturvorhaben berühren in aller Regel eine Vielzahl unterschiedlicher – und in aller Regel auch im Verhältnis zueinander gegenläufiger – privater Interessen der betroffenen Bevölkerung. Der „Kampf" um Platzierung, Trassierung und Dimensionierung einer Anlage lässt solche Interessengegensätze zwischen faktisch und potentiell betroffenen Privaten besonders deutlich hervortreten. Denn der Erfolg des Einen (in der Abwendung einer Belastung) ist in dicht besiedelten Gebieten stets die Niederlage Anderer. Bei allen an Lärmkonflikten beteiligten Privaten dominiert das Interesse an einer möglichst ungeschmälerten Durchsetzung der eigenen Ziele. Wie die Interessen im Einzelnen strukturiert sind, hängt vor allem davon ab, welche Rechte und Rechtsgüter betroffen sind und in welchen Vorschriften die jeweils ausgeübte Tätigkeit verortet ist.

1.3.1 Interessen der Lärmerzeuger

1.3.1.1 Geräusche als Selbstzweck

Vereinzelt liegt der Sinn menschlich erzeugter und öffentlich vernehmbarer Geräusche in diesen selbst: Feuer- und Alarmsirenen[44] auf Dächern und auf Fahrzeugen künden von vielem: von Arbeitspausen oder dem Schichtende, von Notfällen oder der Ausübung von Sonderrechten im Verkehr (Einsatzhörner von Polizei, Feuerwehr oder Notärzten), sie warnen vor Gefahren (Hupen); liturgisches Glockengeläut[45] erinnert als kirchliche Kulthandlung an bevorstehende Gottesdienste, wie der Muezzin vom Minarett oder über eine Lautsprecheranlage Gläubige zum Gebet ruft; das Läutwerk von Turmuhren macht die Zeit im Gemeindegebiet öffentlich bekannt. Daneben stehen Einzelfälle privater Lärmerzeugung als Selbstzweck wie die gewollt ver-

---

[44] BVerwG, Urteil vom 29. April 1988 – 7 C 33.87 –, NJW 1988, 2396 (Feueralarmsirene).

[45] BVerwG, Urteil vom 7. Oktober 1983 – 7 C 44.81 –, NJW 1984, 989 (liturgische Glockengeläute); Beschluss vom 2. September 1996 – 4 B 152.96 –, NVwZ 1997, 390 (Angelusläuten).

nehmliche Fahrweise mit Sportwagen oder Motorrädern. Solche Vorgänge erfüllen ihren Zweck gerade mit der „Lärm"erzeugung. Das jeweilige Geräusch ist das bewusst eingesetzte Transportmedium für Informationen, die einer Öffentlichkeit oder jedenfalls einem bestimmten Kreis von Interessenten bekannt gegeben werden sollen.

Eine Reduzierung der Schallemissionen ist dann ohne Einbußen oder gar Verlust der Funktionalität nicht möglich (die „schallgedämmte" Turmuhr ist ein Widerspruch in sich). Eine Mitbetroffenheit von Personen, für die die Informationen nicht bestimmt sind, ist oft nicht vermeidbar (Standortwahl für Dachsirenen), aber Alternativen der Informationsübermittlung stehen dann ebenfalls nicht zur Verfügung. Dem öffentlichen Interesse an vielen Arten dieser Lärmerzeugung entspricht ihre gesetzliche bzw. hoheitliche Anordnung oder Billigung. Die innere Rechtfertigung beziehen sie aus wertenden Elementen, die durch Herkömmlichkeit, soziale Adäquanz und allgemeine Akzeptanz, in erster Linie aber aus ihrer Funktion geprägt werden.[46] Diese macht aus Geräuschen, die sonst als erhebliche Belästigung eingestuft würden, im Wege einer Güterabwägung (dazu F 6.5.6) regelmäßig zumutbare, sozialadäquate Einrichtungen. Eine solche Rechtfertigung kann mit dem gesellschaftlichen oder technischen Wandel verloren gehen, was zur Neubewertung oder zu Anpassungsmaßnahmen führt.[47] Auch die öffentliche Aufgabenstellung rechtfertigt indes keine Lärmbelastungen in beliebiger Höhe. Es ist eine Grenze der Zumutbarkeit zu beachten, die Abhilfemaßnahmen zwingend macht. Diese Grenze kann wegen der öffentlichen Aufgabenstellung aber deutlich höher liegen als bei rein privatnützigen Anlagen. Das gilt unabhängig davon, ob die Zumutbarkeit durch normative Grenzwerte definiert ist oder im Einzelfall durch Verwaltung und Gericht bestimmt werden muss.

1.3.1.2 Geräusche als Begleiterscheinung

In den übrigen Fällen hat Lärm – auch für seine Verursacher – keinen Wert an sich, sondern ist Begleiterscheinung von Verhaltensweisen mit anders gearteter Zwecksetzung. Das gilt auch für sog. informationshaltige Schalle, die Informationen über das lärmverursachende Geschehen mit sich transportieren. Die Informationsübermittlung ist hier ungewollt und technisch ebenso wenig vermeidbar wie die Emissionen selbst. Zu dieser Kategorie zählen Nachbarschaftslärm (Familienfeste, Kinderspiele, Rasenmähen oder Musik), Gewerbe-, Bau- und Freizeitlärm (Sportveranstaltungen wie Fußballspiele oder Motorsportrennen) sowie Verkehrslärm.

---

[46] BVerwG, Urteile vom 21. Mai 1976 – 4 C 80.74 –, BVerwGE 51, 15, 34 und vom 22. Mai 1987 – 4 C 33-35.83 –, BVerwGE 77, 285, 289 f. zum Straßenverkehrslärm.

[47] Bsp.: Das Schlagen von Turmuhren ist nur noch außerhalb sensibler Tageszeiten zulässig; die Möglichkeit zur „stillen Alarmierung" der freiwilligen Feuerwehr über Funk macht Sirenenalarm entbehrlich.

1.3.1.3 Verkehrsbereich

Insbesondere auch im Verkehrsbereich ist Lärm aus der Sicht der Verkehrsteilnehmer (regelmäßig) unerwünschte, aber unvermeidbare Begleiterscheinung. Verkehrsteilnehmern geht es um ihre Fortbewegung oder den Transport von Gütern an sich zur Realisierung ihrer Ziele, die von der Lärmverursachung weit entfernt liegen. Soweit motorisierte Transportvorgänge nicht rein privat motiviert sind (Besuchsfahrten in der Freizeit), haben die Transportzwecke in erheblichem Umfang wirtschaftlichen (gewerblichen oder beruflichen) Charakter wie beim gewerblichen Güterverkehr auf Straße und Schiene, beim Fracht- und Passagierflug sowie bei der sonstigen gewerblichen Personenbeförderung durch Taxis, Straßen- oder Eisenbahnen. Wirtschaftlich motiviert ist auch der größte Teil des motorisierten Individualverkehrs, sei er Berufs- oder Geschäftsreiseverkehr. Offenbar hat auch im Zeitalter „unkörperlicher" Informations- und Kommunikationsmedien der persönliche Kontakt bei physischer Anwesenheit eine erhebliche Bedeutung behalten. Daneben treten in erheblichem Umfang, allerdings mit starken zeitlichen Schwankungen, motorisierte Bewegungen in der Freizeit (Besuchsfahrten) oder als Selbstzweck (Motorsport mit Autos, Luftfahrzeugen bis hin zu Spazierfahrten).

1.3.2 Interessen der Lärmbelasteten

Die Interessen der Betroffenen gehen in zwei Richtungen, die meist mit der Nutzung von Grundstücken verbunden sind: auf die Fortführung bisher ausgeübter Nutzungen sowie auf die möglichst ungeschmälerte Bewahrung von Nutzungsoptionen. Auch etwa berührte höchstpersönliche Rechtsgüter im Sinne des Art. 2 Abs. 2 GG (körperliche Unversehrtheit) (siehe auch Kap. B.5.2.2) haben im Lärmzusammenhang regelmäßig eine konkret fassbare wirtschaftliche Dimension der Grundstücksnutzung. Denn die Beeinträchtigung gesunder Lebensverhältnisse schlägt unmittelbar durch auf die Nutzbarkeit und den Wert des jeweils gestörten Grundstücks (vgl. schon oben 1.2.3.1). Unter diesem Gesichtspunkt wird die Bedeutung des grundrechtlichen Schutzes der Gesundheit und die Diskussion um den Beginn ihrer Gefährdung überschätzt: In staatlichen Entscheidungen über lärmende Vorhaben sind Schutzmaßnahmen in aller Regel nicht nur oder erst zugunsten der Gesundheit zu ergreifen, sondern bereits zur Aufrechterhaltung aller sozialen Funktionen, die eine objektiv akzeptable Grundstückssituation ausmachen. Wird diese angestrebt und gewährleistet, so liegt die staatliche Entscheidung auch in anderer Hinsicht, insbesondere beim Gesundheitsschutz, auf der sicheren Seite (Wysk 2003, 271, 290 ff.).

1.3.3 Öffentliche Interessen

1.3.3.1 Verkehrswege als rechtfertigungsbedürftige Eingriffe

Öffentliche Verkehrsinteressen beherrschen namentlich den Bau und Betrieb von Verkehrswegen. Das gilt auch dort, wo diese Infrastrukturanlagen von Privaten zur Verfügung gestellt werden (oben 1.2.4.4), die in eigener Kompetenz über das Ob eines (Aus-)Baus zu entscheiden haben. Letztlich bestimmt sich die Realisierbarkeit eines Projekts stets nach dem Maß seiner Übereinstimmung mit öffentlichen Interessen. Denn aus rechtlicher Perspektive haben Verkehrsanlagen – nicht nur, aber auch wegen des von ihnen ausgehenden Lärms – den Charakter rechtfertigungsbedürftiger Eingriffe in die Rechte Dritter und in Natur und Landschaft. Realisierungsfähig sind sie daher nur kraft einer Gemeinnützigkeit, die mit dem jeweiligen Umfang an unvermeidbaren Beeinträchtigungen korrespondiert.

1.3.3.2 Herausbildung und Identifizierung der öffentlichen Interessen

Die Hauptfragen richten sich mithin darauf, wie sich die öffentlichen Interessen konkret bilden und in welchen Rechtsakten sie Niederschlag finden müssen. Dabei ist jeweils zu unterscheiden zwischen den öffentlichen Interessen am Verkehr im Allgemeinen und derjenigen, die einzelne Projekte tragen können. Die erste Frage ist einfach zu beantworten: Die Schaffung und Erhaltung der Infrastruktur durch Verkehrswege ist allgemeiner Überzeugung nach im modernen Staat Teil der sozialen Existenzbedingungen, deren Gewährleistung zur staatlicher Daseinsvorsorge gehört und über das Sozialstaatsprinzip des Art. 20 Abs. 1 GG verfassungsrechtlich abgesichert ist (Dreier 1998 Art. 20, Rn. 54; Stern, § 21 II 2; Steiner, § 10 I, 131 ff.).[50] Einfachgesetzlich kommt diese besondere Dignität der Infrastrukturgewährleistung – immer noch sehr unspezifisch – in den Fachplanungsgesetzen zum Ausdruck. Diese setzen die Existenz eines den jeweiligen Verhältnissen angemessenen Verkehrsnetzes voraus und sind auf Ermöglichung seiner geordneten Verwirklichung ausgerichtet.

Deutlich schwieriger ist jeweils festzustellen, in welchem Maße öffentliche Interessen für die Verwirklichung eines einzelnen, konkreten Verkehrsprojekts streiten und wie sie ermittelt werden können. Die allgemeine Wertschätzung von Infrastruktur allein besagt für konkrete Projekte mit konkreten belastenden Auswirkungen wenig. Konkreten und gewichtigen Beeinträchtigungen dürfen im Verfassungsstaat keine diffus bleibenden, allgemeinen Notwendigkeiten entgegengehalten werden. Die Zulassung eines Verkehrsvorhabens darf daher nur auf der Grundlage einer Konkretisierung der öffentlichen Interessen auf das einzelne Projekt hin erfolgen, die eine aussagekräftige, nicht zuletzt der gerichtlichen Prüfung zugängliche Abwägung mit den im Einzelfall berührten gegenläufigen Interessen zulässt. Ausschlaggebend ist daher nicht ein unspezifisches Bedürfnis, son-

dern dessen Anerkennung – im Sinne eines objektivierten „Bedarfs“ – in Formen und Verfahren, die den Anforderungen des Rechts Stand halten.

Eine solche spezifische Interessenkonkretisierung und -anerkennung kann sich im demokratischen Rechtsstaat (Art. 20 GG) nur in demokratisch legitimierten, politischen Prozessen herausbilden. Sekundär ist, in welchem Verfahren und welchem Rechtsakt sie jeweils erfolgt. Sie kann demgemäß in einem formellen Gesetz, in sonstigen parlamentarischen Äußerungen, in materiellen Gesetzen (Verordnungen, Satzungen) zum Ausdruck kommen und sogar in einem Verwaltungsakt, der das Ergebnis eines staatlichen Zulassungsverfahrens darstellt, in dem alle berührten Belange – und auch das öffentlichen Interessen – estgestellt und konkret gewichtet werden. Daher ist auch eine Fachplanungsbehörde – auch ohne vorgängige parlamentarische Aussagen – zur selbständigen Feststellung der öffentlichen Interessen am Bau und Ausbau von Verkehrswegen befugt. Denn sie ist als solche demokratisch legitimiert und unterliegt jederzeitiger parlamentarischer Kontrolle (Art. 20 Abs. 3 GG). Nicht zuletzt können die öffentlichen Interessen in gerichtlichen Verfahren aufgedeckt werden – geschaffen werden dürfen sie dort aus Gründen der Gewaltenteilung nicht.

Das öffentliche Interesse an der Gewährleistung von Infrastruktur richtet sich nicht nur auf die Gewährleistung der „Grundversorgung“ (wie immer diese zu bestimmen wäre). Dem Staat kommt vielmehr die Definitionsmacht über den wünschenswerten Umfang der im öffentlichen Interesse liegenden Versorgung mit Verkehrsleistungen zu. Dieser Umfang richtet sich regelmäßig auf ein bedarfsgerechtes Verkehrsnetz, das eine dem Stand der Zivilisation entsprechende Persönlichkeitsentfaltung und wirtschaftliche Betätigung ermöglicht. Damit bleibt der Bezug der Daseinsvorsorge auf die Freiheitsgrundrechte gewahrt. Auch stellt die tatsächliche Nachfrage nach Verkehrsleistungen (das „Verkehrsbedürfnis“) kein Fixum dar, dem staatliche Entscheidungen sklavisch zu folgen hätten. Die Nachfrage unterliegt einer Bewertung, ob, wie und in welchem Umfang ihr nachzukommen ist, und ist dabei insbesondere der Relativierung durch gegenläufige Belange (etwa Finanzierbarkeit aus öffentlichen Mitteln, Lärmschutz) zugänglich.

1.3.3.3 Staatliche Planungsaussagen

Originär staatliche Planung hat eine Vermutung des öffentlichen Interesses für sich. Dies bedeutet indes keineswegs, dass sie gewissermaßen „von Natur aus“ und ohne weitere Feststellungen jegliche entgegenstehenden nichtstaatlichen Interessen überwinden könnten. Im Verfassungsstaat sind gerade die staatlichen Interessen an eingreifenden Maßnahmen strikt rechtsgebunden – was sich ohne weiteres aus den Grundrechten ergibt – und können sich nur im verhältnismäßigen Ausgleich durchsetzen. Die öffentlichen Interessen bedürfen dabei der Konkretisierung, welches Gewicht ihnen mit Blick auf ein bestimmtes Vorhaben im Verhältnis zu anderen Interessen zukommt.

Zu diesem Zweck kann sich die bundesstaatliche Planung, zunehmend auch die Landesplanung,[48] seit längerem in großem Umfang auf explizite parlamentarische Billigungen konkreter Projekte stützen. Sie besteht für Bundesschienenwege[49] und Bundesfernstraßen[50] sogar in Form von Bedarfsgesetzen (u.a. mit Katalogen eines „vordringlichen" Bedarfs). Der Umkehrschluss ist unzulässig: Das Fehlen eines Verkehrsvorhabens in einem Bedarfsgesetz ist kein hinreichendes Indiz für einen Mangel an öffentlichem Interesse. Denn der Bedarf ist dort nur für besonders bedeutsame Vorhaben bejaht, die nur aus Verfassungsgründen sollen in Frage gestellt werden dürfen. Eine parlamentarische Billigung kann ebenso aus Haushaltsansätzen für öffentliche Subventionsleistungen ersichtlich sein (etwa Ausbauzuschüsse für Flugplätze) oder aus parlamentarisch beschlossenen Verkehrskonzepten.[51] Ohne Gewicht ist für sich genommen, dass ein privatrechtlicher Betreiber einer Verkehrsanlage durch die öffentliche Hand beherrscht wird. Dies kann allenfalls zu einer Bindung unternehmerischer Betätigung an die Grundrechte (Verwaltungsprivatrecht) führen, verschafft aber keine weitergehenden Freiheitsgrade.

1.3.3.4 Privatwirtschaftliche Planungen

Parlamentarische Äußerungen der genannten Art erfassen oftmals auch die Verkehrsprojekte Privater. Dabei ist der Bedarf nur eine der möglichen, wenn auch die unmittelbarste aller denkbaren Rechtfertigungen. Neben ihm werden in der Rechtsprechung – auch des Bundesverfassungsgerichts – *Begleitzwecke und Nebeneffekte des Verkehrswegebaus* als legitime Planungsziele akzeptiert. Im Straßenbau und bei der Konversion militärischer Flugplätze nach § 8 Abs. 5 Satz 1 und Abs. 7 LuftVG etwa ist die *regionale Strukturhilfe* als öffentliches Realisierungsinteresse anerkannt.[52] Dementsprechend betonen Politik wie Verwaltungspraxis die Bedeutung des Neu- und Ausbaus von Verkehrswegen als Faktoren wirtschaftlicher Entwicklung und schätzen (etwa) die Betreiber von Flugplätzen in ihrer Funktion als Investo-

---

48 Vgl. z.B. das nordrhein-westfälische Gesetz über den Bedarf und die Ausbauplanung der Landesstraßen vom 20. April 1993 (GV. NRW. S. 297), zuletzt geändert durch Art. 7 des Zweiten Modernisierungsgesetzes vom 9. Mai 2000 (GV. NRW. S. 462).

49 Bundesschienenwegeausbaugesetz vom 15.11.1993 (BGBl. I S. 1874); Erstes Änderungsgesetz vom 15.9.2004 (BGBl. I S. 2322: Neufassung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege).

50 Gesetz über den Ausbau der Bundesfernstraßen (Fernstraßenausbaugesetz – FStrAbG) vom 30. Juni 1971, BGBl. I S. 873, neugefasst durch Bek. vom 15. November 1993, BGBl. I S. 1878, BGBl. 1995 I S. 13, geändert durch Gesetz vom 4. Oktober 2004, BGBl. I S. 2574.

51 Vgl. die Luftverkehrskonzeption 2010 des Landes NRW vom Dezember 2000 (Beschluss des Landtages: Plenarprotokoll 13/42 vom 16. November 2001).

52 Vgl. BVerwG, Urteil vom 22. März 1985 – 4 C 15.83 –, BVerwGE 71, 166, 169 (Straßen); Urteil vom 11. Juli 2001 – 11 C 14.00 –, DVBl. 2001, 1848 (Konversion).

ren und Arbeitgeber. Das Bundesverfassungsgericht lässt es ausdrücklich zu, bei der Planfeststellung eines privatnützigen Flughafens im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen, ob nur private Belange oder ob auch und gegebenenfalls in welchem Umfang – möglicherweise mittelbar – öffentliche Interessen für das Flughafenvorhaben streiten. Dient das Vorhaben im Rahmen der Ziele des Luftverkehrsgesetzes privaten Interessen des Unternehmers, so können bei der notwendigen Abwägung gegenläufige Interessen Dritter, jedenfalls wenn das Vorhaben nicht zur Beeinträchtigung grundrechtlicher Positionen führt, dann überwunden werden, wenn mittelbar auch positive Wirkungen für die Allgemeinheit zu erwarten sind. Dazu zählen etwa die Verbesserung der regionalen Infrastruktur, die Erhaltung und Mehrung von Arbeitsplätzen sowie an der Belebung der Wirtschaft. Der Berücksichtigung solcher Effekte steht nicht von vornherein entgegen, dass ihr Eintritt nicht in jeder Hinsicht feststeht.[53]

1.3.4 Ausgleich der Interessen

1.3.4.1 Gegenläufige öffentliche Interessen

Öffentliche Interessen bestehen nicht nur zugunsten der Realisierung von Verkehrsvorhaben. Sie bestehen ebenso an der Vermeidung der Störungen und schädlichen Umwelteinwirkungen durch Lärm und sonstige Einwirkungen des Verkehrs, die sich in einer Belastung des Gesundheitssystem oder der Wirtschaft niederschlagen. Sogar die betroffenen Privatinteressen berühren in ihrer Kumulation, also allein der Zahl der Betroffenen wegen, staatlich zu wahrende öffentliche Belange. Im Hinblick hierauf darf und muss der Staat für Ausgleich sorgen und Geräuschimmissionen Grenzen setzen, gleichgültig, ob Gesundheitsbeeinträchtigungen bereits wissenschaftlich hinreichend gesichert oder gar Schäden nachweisbar sind. Der Staat hat eben nicht nur für ein Existenzminimum zu sorgen, sondern ist in seinem Handeln tendenziell auf eine Optimierung der allgemeinen Lebensverhältnisse ausgerichtet. Lärm ist daher – ausgleichend – zu bekämpfen, unabhängig davon, ob er als Selbstzweck oder Begleiterscheinung auftritt, gesetzlich gebilligt oder sogar angeordnet ist. Dieser Ausgleich im Werten und Handeln findet durch Abwägungen auf allen Ebenen und Stufen des bundesstaatlichen Gefüges statt, wobei die dadurch getroffenen Teil- und Vor-Entscheidungen auf höheren Stufen hierarchisch mit Entscheidungen auf nachgeordneten, konkreteren Stufen verzahnt werden (vgl. F 6).

---

[53] BVerfG, Nichtannahmebeschluss vom 11. November 2002 – 1 BvR 218/99 –, NVwZ 2003, 197 (zum Flughafen Hamburg-Finkenwerder der Deutschen Aerospace Airbus GmbH).

1.3.4.2 Lösungsansätze

Im Rechtssinne zu lösen sind Nutzungskonflikte solcher Art allein über die Festlegung von Nutzungsrechten und die Bestimmung ihrer jeweiligen Reichweite in Konkurrenzen, also über Akte wertender Erkenntnis, die letztlich politisch und rechtlich verankert sein müssen. Materielle Vorgaben dazu finden sich auf den Ebenen des internationalen, europäischen Rechts und des deutschen Bundesrechts (dazu F.4.5). Auf dieser Ebene obliegt es gerade bei Anlagen der Daseinsvorsorge, die Bedürfnisse der Allgemeinheit unter Sonderbelastung begrenzter Bevölkerungskreise befriedigen sollen, vorrangig dem Gesetzgeber, die materiell-rechtlichen Maßstäbe für einen Ausgleich widerstreitender Interessen vorzugeben (dazu Abschnitt F.6 und F.7.2). Wo sich der Bundesgesetzgeber solchen Aussagen verweigert, wie herkömmlich im Luftverkehrsrecht, greifen Strategien Platz, die das Unabdingbare in einzelfallbezogenen, langwierigen Planungsprozessen mit nicht vorhersehbarem Ergebnis gewinnen und daher zu Recht als für alle Beteiligten unbefriedigend und rechtlich problematisch kritisiert werden.[54] Aber auch beim Bestehen materiell-rechtlicher Vorgaben für den Interessenausgleich bedarf es eigens dafür vorgesehener Prozeduren der Planung, um die Konflikte im Einzelfall aufzudecken, zu bewerten und konkret auszugleichen.

Freilich lässt sich Verkehrslärm gerade in „harten", also im Kern ohne wesentliche gesellschaftliche Umgestaltung nicht auflösbaren, Konfliktkonstellationen durch übergeordnete Gründe des Gemeinwohls der lärmerzeugenden Tätigkeit rechtfertigen. Solche „systemischen" Gründe (dazu B.2.5) wurzeln in zwei Überlegungen: Zum einen appellieren sie an die Einsicht, dass im gesellschaftlichen Kontext Vorteile aus dem Vorhandensein lärmerzeugender Infrastruktur auch den besonders lärmbelasteten Bevölkerungsteilen zukommen (etwa durch die Möglichkeit lärmbelastete Grundstücke billiger zu erwerben oder gute Verkehrsanbindung und Versorgung). Das gilt auch dann, wenn prinzipielle Entscheidungen gegen die persönliche Nutzung eines bestimmten Verkehrsweges oder Verkehrsmittels getroffen worden sein sollten (Bsp.: Post, Südfrüchte, Ersatzteile, ausländische Produkte allgemein). Zum anderen betonen Rechtfertigungen dieser Art den Umstand, dass gegenüber nachteiligen Wirkungen eines Geschehens von Lärmbetroffenen im Interesse der Allgemeinheit und/oder eines Dritten eine – objektivierte, nicht von individueller Billigung abhängende – Akzeptanz erwartet werden kann.[55]

---

[54] Dazu Storost, ZfL 51 (2004), 93; Schulze-Fielitz, in: Koch, Umweltprobleme des Luftverkehrs (Fn. 29), S. 145 ff.

[55] Vgl. in diesem Zusammenhang auch BVerwG, Beschluss vom 3. Mai 1996 – 4 B 50.96 –, NVwZ 1996, 1001, 1002 zum Gedanken der Sozialadäquanz.

2 Beteiligte rechtliche Schutzgüter

2.1 Einleitung und Problemstellung

Wachsende Mobilität und das Leben in einer hochentwickelten Industriegesellschaft gehen einher mit einem Anstieg der Lärmquellen – die Lärmbelastung durch Straßen-, Schienen- und Flugverkehr, Gewerbe und Industrie, Baustellen, die Nachbarschaft sowie Freizeitaktivitäten nimmt zu. Den ersten Platz auf der Skala der Lärmbelastungen nimmt der Straßenverkehr ein, durch den sich fast zwei Drittel der bundesdeutschen Bevölkerung beeinträchtigt fühlen.[56] Auf den Plätzen zwei und drei rangieren Fluglärmimmissionen sowie der Schienenverkehr.[57] Mit deutlichem Abstand folgen Belastungen durch Industrienanlagen, Nachbarschaft und Freizeitaktivitäten.[58]

Lärmschutz gehört zum Umweltrecht im engeren Sinn und nicht zum Gesundheitsrecht.[59] Dies ergibt sich nicht zuletzt aus der gesetzgeberischen Entscheidung des § 3 Abs. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)[60]: *„Immissionen im Sinne dieses Gesetzes sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende (...) Geräusche (...)"*. In diesem Sinne lautet auch der Titel des BImSchG *„Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch... Geräusche"*. Die Lärmschutzgesetz- und -verordnungsgebung ist prinzipiell die Entscheidung zwischen größtmöglicher Freiheit des Einzelnen (soviel Autofahren und Lärmimmissionen wie er/sie es wünscht) und Schutzauftrag des Staates für Leben und Gesundheit und andere Schutzgüter des Einzelnen. In diesem Spannungsfeld sind Konflikte angelegt, die der Gesetzgeber und die staatlichen Organe unter gebotener Abwägung der beteiligten Schutzgüter zu lösen haben.

Vorgaben für diese Abwägung können vor allem auch dem Grundgesetz – insbesondere den Grundrechten – entnommen werden. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn ein einfachgesetzlicher Maßstab, z.B. konkrete

---

56 SRU, Umweltgutachten 2002, BT-Drs. 14/8792, Tz. 593. Vgl. auch A.3.2.

57 Zahlen bei Koch, NVwZ 2000, 490 (491).; ders. Verkehrslärm. In: Rengeling H-W (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. II Teilbd. 1, 2. Aufl., Heymanns, Köln, Rn. 1 ff.

58 SRU, Umweltgutachten 1996, BT-Drs. 13/4108, S. 195 Tab. 2.22.

59 Vgl. zu Aufbau und Abgrenzung des Rechtsgebietes Umweltschutz Kloepfer M (2004), 3. Aufl. 2004, § 1 Rn. 59 ff.

60 BGBl. I 2002, S. 721.

Lärmgrenzwerte, für die Beurteilung der Zumutbarkeit einer Lärmbelastung fehlt oder sich als unzureichend herausgestellt hat. Es hieße aber, die Funktion des Grundgesetzes verkennen, wenn man dort regelmäßig konkrete Lösungen für Einzelfälle der Lärmbekämpfung entnehmen wollte. Die Verfassung und insbesondere die Grundrechte stellen zwar eine absolute verfassungsmäßige Zumutbarkeitsgrenze der Lärmbelastung auf, den generellen Augleich der Interessen von Lärmverursachern und Lärmbetroffenen zu finden, ist freilich grundsätzlich Aufgabe des Staates durch Erlass von Gesetzen und Rechtsverordnungen (Storost 2004).

2.2 Allgemeine Grundrechtsdogmatik

Das Grundgesetz (GG)[61] kann zunächst Aussagen darüber treffen, ob und inwieweit der Staat Lärmschutzaufgaben wahrnehmen muss oder darf. Aus grundrechtlicher Sicht kommt es damit zu der Frage, ob der Bürger aus den Grundrechten einen Anspruch auf lärmschützendes Handeln des Staates bzw. einen Anspruch auf Unterlassen umweltbelastenden Handelns hat (siehe auch Kap. B.5.2.2). Dieser Anspruch wird unmittelbar virulent in den Fällen, in denen der Staat den Lärm selbst verursacht (z.B. Tiefflüge der Bundeswehr, Truppenübungsplatz). Der typische Konflikt im Bereich des Lärmschutzes ist freilich ein Streit zwischen Privaten: Der private Autofahrer, der Flughafenbetreiber oder Gewerbetreibende verursacht Belastungen bei den Lärmbetroffenen. In diesem Fall geht es um eine mittelbare Drittwirkung der Grundrechte, die von ihrer Konzeption her zunächst reine Abwehrrechte gegen staatliches Handeln sind.

2.2.1 Staatspflicht zum Umwelt- und damit zum Lärmschutz

Das Grundgesetz enthält kein eigenständiges Grundrecht auf Umweltschutz. Diese Diskussion gilt inzwischen als geklärt.[62] Allerdings können die einzelnen Grundrechte Teilgewährleistungen enthalten, wenn es nicht um den Schutz der Umwelt um ihrer selbst willen, sondern um eine individuelle Betroffenheit geht. Grundrechtliche Abwehransprüche gegen lärmbelastende Vorhaben können sich daher insbesondere aus dem Schutz von Leben und körperlicher Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 GG, dem Eigentumsschutz nach Art. 14 GG, der Berufsfreiheit gemäß Art. 12 GG und dem Recht auf die freie Entfaltung der eigenen Persönlichkeit nach Art. 2 Abs. 1 GG ergeben. Aber auch die Lärmverursacher können sich auf Grundrechte berufen; vor allem ist hier an die Berufsfreiheit des Art. 12 GG und die allgemeine Handlungsfreiheit des Art. 2 Abs. 1 GG zu denken. Dies gilt jedenfalls so lange wie sich die These der

[61] BGBl. I 1949, S. 1.
[62] BVerwGE 54, 211 (219); Caspar, in: Koch (Hrsg.) Umweltrecht, Rn. 113; Kloepfer, Zum Grundrecht auf Umweltschutz, 1978.

Umweltpflichtigkeit der Grundrechte nicht durchgesetzt hat, wonach umweltbelastendes Handeln per se nicht grundrechtsgeschützt sei.[63]

Keine subjektiv-öffentlichen Rechte ergeben sich dagegen aus der Staatszielbestimmung des Art. 20a GG.[64] Die Norm beinhaltet einen Handlungsauftrag an den Staat, insbesondere auch an den Gesetzgeber, Umweltschutz zu betreiben und bei allen Entscheidungen in „*Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen*" zu berücksichtigen.[65] Es handelt sich um ein Gebot effektiven Umweltschutzes.[66] Aus Art. 20a GG allein folgen aber keine individuellen Ansprüche Einzelner für oder gegen Lärmschutz.

2.2.2 Lärmschutz durch Eingriffabwehr

2.2.2.1 Gegenüber dem Staat

Ein Abwehranspruch eines Privaten gegen eine Lärmbelastung setzt immer einen Eingriff in den Schutzbereich eines Grundrechts voraus. Unproblematisch sind die Fälle, in denen unmittelbare rechtliche Gebote und Verbote gegenüber dem Belasteten oder dem Belaster ergehen (z.B. Lärmschutzauflagen für den Anlagenbetreiber oder Duldungsgebote an die Anlieger, Sperrung einer Straße für den Schwerlastverkehr). Dem klassischen Eingriffsverständnis nach erfüllen finale, unmittelbare und mit Befehl oder Zwang angeordnete staatliche Rechtsakte stets die Voraussetzungen für einen Grundrechtseingriff und bedürfen einer Rechtfertigung.[67]

Lärmbelästigungen stellen sich häufig jedoch als faktische Beeinträchtigungen durch den Staat dar. Wenn es z.B. durch Bundeswehrübungen und tieffliegende Bundeswehrflugzeuge zu Geräuschbelästigungen kommt, liegt kein rechtliches, gebietendes staatliches Handeln gegenüber den Betroffenen vor. Gerade im Bereich des Lärmschutzes ist deshalb die Erweiterung des Eingriffsbegriffs von besonderer Bedeutung, um auch solche Handlungen erfassen zu können. Der modernen, erweiterten Grundrechtslehre zufolge stellt jedes staatliche Handeln einen Eingriff dar, das dem Einzelnen ein Verhalten, welches in den Schutzbereich eines Grundrechts fällt, unmöglich macht, gleichgültig, ob diese Wirkung final oder unbeabsichtigt, unmittelbar oder mittelbar, rechtlich oder tatsächlich mit oder ohne Befehl oder Zwang erfolgt.[68] Voraussetzung ist immer, dass der Eingriff von einem zurechenbaren Verhalten der öffentlichen Hand ausgeht, wobei die Kriterien für eine staatliche Verantwortlichkeit im Einzel-

---

[63] Dazu Murswiek, DVBl. 1994, 77 (79 ff.); ders., in: HbStR V, § 112, Rn. 83. Vgl. auch unten E2.4.1

[64] Dazu Kloepfer, Umweltrecht, § 3 Rn. 20 ff; ders. in: Dolzer/ Vogel (Hrsg.), BK, Art. 20a GG, Rn. 10 ff; vgl. dazu ausführlich E3.10.

[65] Kloepfer, Umweltrecht, § 3 Rn. 34 ff.

[66] Wolf, Umweltrecht, Rn. 280 f.

[67] Dazu Bleckmann, Staatsrecht II, § 12 Rn. 32 ff.

[68] Pieroth/Schlink, Staatsrecht II, Rn. 238 ff.

nen umstritten sind.[69] Grundsätzlich kann damit bei faktischen Eingriffen des Staates ein grundrechtlicher Abwehranspruch gegeben sein.

2.2.2.2 Gegenüber Dritten

Gegenüber der in der Regel vorliegenden Lärmbelastung durch Private kann sich der Einzelne grundsätzlich nicht auf seine Grundrechte berufen. Die Grundrechte haben keine unmittelbare Drittwirkung, so dass sie in diesen Fällen nicht gegen die privaten Emittenten in Stellung gebracht werden können.[70] Grundrechte verpflichten allein den Staat und gelten so nur mittelbar im Privatrecht, indem ihr objektiver Wertgehalt bei der Auslegung zivilrechtlicher Generalklauseln entsprechend zu berücksichtigen ist.[71] Ein Anspruch gegen den privaten Lärmemittenten auf Unterlassung einerseits und ein Anspruch gegen den Lärmbetroffenen auf Duldung andererseits lässt sich so nicht auf Grundrechte stützen (hier ist vielmehr das zivilrechtliche Nachbarrecht heranzuziehen).

2.2.2.3 Staatliche Genehmigungen

Anders gelagert ist der Fall, wenn der Staat die lärmbelastende Tätigkeit einem Zulassungs- und Kontrollverfahren unterworfen hat. Der den Dritten begünstigende Zulassungsakt, z.B. die Genehmigung einer Fabrik nach dem BImSchG, stellt sich aus Sicht des lärmbelasteten Bürgers als Grundrechtseingriff dar. Insofern liegt ein mittelbarer Grundrechtseingriff vor. Dieser muss dem Staat zuzurechnen sein, damit die Grundrechte in ihrer Dimension als Abwehrrechte zum Tragen kommen. Die Kriterien für eine solche Zurechnung werden dabei unterschiedlich beurteilt.

Ein weitgehender Ansatz sieht einen Eingriff durch den Staat darin begründet, dass die staatliche Genehmigung zugleich eine Pflicht zur Duldung der emittierenden Anlage an den betroffenen Dritten beinhalte.[72] Danach kann die von Privaten legal verursachte Immissionsbelastung dem Staat kraft staatlichen Handelns in Form staatlicher Rechtsetzung zugerechnet werden.[73] Nach anderer Meinung soll ein Eingriff deshalb vorliegen, weil der Staat seine sich aus den Grundrechten ergebenden Verpflichtungen zum Schutze des Einzelnen gegenüber schädigenden oder gefährdenden Einwirkungen Privater verletzt habe.[74] Der Eingriff liegt hier also in einem Unterlassen.

---

69 Vgl. Sachs, in: ders. (Hrsg.) GG-Kommentar, Vor Art. 1 GG, Rn. 83 ff.; BVerfGE 66, 39 (60).

70 BVerfGE 7, 198 (204 f.); Caspar, in: Koch (Hrsg.) Umweltrecht, § 2 Rn. 114 ff; Kloepfer, Zum Grundrecht auf Umweltschutz, S. 28.

71 St. Rspr. seit BVerfGE 7, 198, 205 f.

72 Murswiek, NVwZ 1986, 611 (612); Schwabe, DVBl. 1973, 103 (109 f.).

73 Murswiek, NVwZ 1986, 611 (612); Schwabe, DVBl. 1973, 103 (109 f.).

74 Schwerdtfeger, NVwZ 1982, 1 (7 f.); Steinberg, NJW 1984, 457 (461 f.).

Das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) hat die Frage der Zurechnung bislang nur für die Genehmigungen von Atomkraftwerken entschieden.[75] Die Besonderheiten der Kernenergie mit ihren nach Intensität und Ausmaß großen Risiken rechtfertigen es nach Ansicht des Gerichts, hier eine Mitverantwortung des Staates für die von der genehmigten Anlage ausgehenden Gefährdungen anzuerkennen. Dies hat zur Konsequenz, dass „bei der verfassungsrechtlichen Beurteilung der materiell- und verfahrensrechtlichen Vorschriften für die Genehmigung von Kernkraftwerken nicht weniger strenge Maßstäbe anzulegen [sind] als bei der Prüfung staatlicher Eingriffsgesetze".[76] Das BVerfG hat jedoch offengelassen, worin die staatliche Mitverantwortung rechtlich begründet liegt. Die weitergehende Bedeutung dieses Urteils liegt zum einen in der unmittelbaren Geltung der Grundrechte im Genehmigungsverfahren und zum anderen darin, „dass Grundrechtsschutz weitgehend auch durch die Gestaltung von Verfahren zu bewirken ist".[77] Das Genehmigungsverfahren muss demnach den Grundrechtsschutz der Bürger berücksichtigen, indem es ihnen Verfahrens- und Beteiligungsrechte einräumt.

2.2.3 Konzept der grundrechtlichen Schutzpflichten

Die Figur der grundrechtlichen Schutzpflichten ist mittlerweile in Rechtsprechung[78] und Lehre[79] weitestgehend akzeptiert, wobei die Reichweite solcher Pflichten im einzelnen noch umstritten ist. Nach der Rechtsprechung des BVerfG folgt aus dem objektiv-rechtlichen Gehalt der Grundrechte, aus dem Wesen der Grundrechte als „*objektive Wertentscheidung*" die Pflicht aller staatlichen Organe, sich schützend und fördernd vor die in den Grundrechten benannten Rechtsgüter zu stellen.[80] Eine genauere dogmatische Begründung dieses Ansatzes liefert das BVerfG nicht. Die Reichweite der staatlichen Schutzpflicht muss mit Blick auf die Bedeutung und Schutzbedürftigkeit des zu schützenden Rechtsguts einerseits und die kollidierenden Rechtsgüter andererseits bestimmt werden.[81] Das Schutzkonzept wurde vor allem aufgrund der staatlichen Pflicht zum Schutz der menschlichen Gesundheit und des menschlichen Lebens mit dem Urteil zur Fristenlösung[83] und im Schleyer-Beschluss[82] entwickelt. Im Schrifttum werden verschiedene Begründungen gegeben, wobei immer wieder Rückgriffe auf Art. 1 Abs. 1 S. 2 GG, das Rechtsstaatsprinzip sowie das Sozialstaatsprinzip erfolgen.[84]

---

[75] Mühlheim-Kärlich-Beschluss, BVerfGE 53, 30.
[76] BVerfGE 53, 30 (57 f.).
[77] BVerfGE 53, 30 (65).
[78] BVerfGE 39, 1 (44 ff.); 56, 54 (78 ff.); 79, 174 (202); 88, 203 (254 ff.).
[79] Isensee, in: HbStR V, § 111; Dietlein, Die Lehre von den grundrechtlichen Schutzpflichten, 1992; Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, § 4Rn. 74.
[80] BVerfGE 39, 1 (41 f.); 49, 89 (141 f.); 77, 120 (214).
[81] Mit Hinweis auf ein den Gesetzgeber bindendes Untermaßverbot s. BVerfGE 88, 203 (254).
[82] BVerfGE 39, 1, 41 ff.
[83] BVerfGE 46, 160, 164 f.
[84] Vgl. die Nachweise bei Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 88.

Schutzpflichten, also Handlungsverpflichtungen des Staates, können so beim Erlass, der Ergänzung oder der Nachbesserung gesetzlicher Regelungen zum Schutz vor Lärmbelästigungen bestehen.[85] Dabei steht den staatlichen Organen ein weiter Einschätzungs-, Wertungs- und Gestaltungsspielraum zur Berücksichtigung konkurrierender öffentlicher und privater Belange zur Verfügung.[86] Im Bereich des Umwelt- und Lärmschutzes gilt die Formel, dass eine Schutzpflichtverletzung erst dann vorliegt, wenn „die öffentliche Gewalt Schutzvorkehrungen entweder überhaupt nicht getroffen hat oder offensichtlich die getroffenen Regelungen und Maßnahmen gänzlich ungeeignet oder völlig unzulänglich sind, das Schutzziel zu erreichen".[87] Dem Anerkenntnis grundrechtlicher Schutzpflichten steht folglich als Korrektiv das Anerkenntnis weiter Einschätzungsprärogativen des Staates gegenüber. Ob und welche Art von Maßnahmen der Staat ergreifen muss, hängt auch davon ab, inwieweit sich ein konkretes Risiko bereits realisiert hat.

2.2.4 Gefahr und Risiko

Für die Begründung solcher Schutzpflichten ist deshalb im Bereich des Lärmschutzes zwischen Schutzpflichten iSd Gefahrenabwehr und Schutzpflichten iSd Risikovorsorge zu unterscheiden.[88] Gefahr und Risiko unterscheiden sich durch den Grad der Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens. Der Gefahrenbegriff entspricht dem präventiven Ansatz des Polizeirechts und bezeichnet eine Sachlage, die bei ungehindertem, d.h. ohne Dazwischentreten einer Behörde, Geschehensablauf erkennbar zu einem Schaden, also einer Rechtsverletzung führen würde.[89] Der Begriff des Risikos kann als theoretisch möglicher Schadenseintritt definiert werden, der jedoch so unwahrscheinlich ist, dass die Gefahrenschwelle nicht erreicht wird.[90] Letztlich ist die Gefahr die von der Gemeinschaft nicht mehr hingenommene Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts. Grundrechtlich ableitbare Schutzpflichten bestehen nicht nur im Gefahrenbereich, sondern auch im Risikobereich, allerdings dort im geringeren Umfang als bei der Gefahrenabwehr. Hier ist es hinnehmbar, dass ein sozialadäquates Restrisiko bestehen bleibt.[91] Ein völliger Risikoausschluss ist in einer hochtechnisierten und industrialisierten Gesellschaft nicht zu verwirklichen. Es reicht eine Vorsorge nach Maßgabe der „*praktischen Vernunft*", orientiert am spezifischen Risiko.[92]

---

85 BVerfGE 54, 56 (73 ff.); 79, 174 (201 f.).
86 BVerfGE 79, 174 (202).
87 BVerfGE 56, 54 (81); 77, 170 (215); .79, 174 (202).
88 Kloepfer, DVBl. 1988, 305 (311).
89 Kloepfer, Umweltrecht, § 4 Rn. 10 ff.
90 Kloepfer, Umweltrecht, § 3 Rn. 17.
91 BVerfGE 49, 89 (143).
92 BVerfGE 49, 89 (137 ff., 143).

2.3 Rechtliche Schutzgüter des Lärmschutzes

Grundrechte als Abwehrrechte können daher im Prinzip den Staat verpflichten, eine unzumutbare Lärmbelastung zu verhindern bzw. aktiven Lärmschutz zu betreiben. Erforderlich ist dafür, dass dem Bürger eine konkrete Grundrechtsposition zur Seite steht, die im Einzelfall die Interessen der Lärmerzeugung überwiegt. Dies ist die Frage nach den verfassungsrechtlichen Schutzgütern des Lärmschutzes.[93]

2.3.1 Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG)

Die Schutzgüter des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG sind das Leben und die körperliche Unversehrtheit (siehe Kap. B.5.2.2). Beim Lärmschutz steht fast ausschließlich das Rechtsgut der körperlichen Unversehrtheit im Vordergrund, so dass hierauf der Fokus der Betrachtung liegen soll. Die gesundheitsschädlichen Wirkungen des Verkehrslärms werden nicht einheitlich beurteilt. Während die medizinische Lärmwirkungsforschung eine Monokausalität klinisch relevanter Gesundheitsstörungen durch Lärm aufgrund der Forschung bisher ablehnt[94], spricht der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) von einer signifikanten Steigerung des Infarktrisikos bei einer Dauerlärmbelastung.[95]

2.3.2 Schutzbereich des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG

Körperliche Unversehrtheit meint zunächst einmal den naturgegebenen, nur durch Genanlagen und natürliche Entwicklung bedingten Zustand des menschlichen Körpers.[96] Geschützt wird die Integrität des Körpers in einem biologisch-physiologischen Sinn. Häufig aber wird die Beeinträchtigung unter dieser Schwelle substantieller Eingriffe liegen, so im Falle von nicht pathologischen Konzentrations- und Kommunikationsstörungen oder auch Schlafstörungen.[97] Hier kommt es zu keiner Verletzung der körperlichen Substanz, sondern lediglich zu einer Beeinträchtigung des körperlichen Wohlbefindens. Mit Deutlichkeit stellte aber schon das Preußische Oberverwaltungsgericht fest, dass es sich bei einer Störung der Nachtruhe um eine Gesundheitsgefahr handeln kann.[98] Lärmimmissionen haben also nicht selten psychische Folgen, stellen sich aber nicht als körperlicher Eingriff im Sinne der obigen Definition dar. Deshalb muss die Frage geklärt werden, inwieweit auch die psychische Integrität und das psychische Wohlbefinden durch Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG geschützt wird.

---

93 S. E2.4. für die Schutzgüter der Lärmerzeuger.
94 Vgl. dazu C. 5.
95 SRU, Umweltgutachten 1999, BT-Drs. 14/2300, Tz. 431.
96 Dürig, in: M/D/H, GG-Kommentar, Art. 2 Abs. 2 Rn. 29; Schulze-Fielitz, in: Dreier (Hrsg.), GG-Kommentar, Bd. 1, Art. 2 Abs. 2 GG Rn. 19.
97 Vgl. dazu aus medizinischer Sicht C.
98 PrOVG, PrVBl. 47 (1925), S. 224.

Vor diese Frage ist das BVerfG in einem Verfahren gestellt worden, indem es um den Fluglärm des Flughafen Düsseldorf-Lohausen ging.[99] Das Gericht legte den Schutzbereich des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG im Lichte des Art. 1 GG und der darin verbürgten Unantastbarkeit der Menschenwürde unter Heranziehung der Entstehungsgeschichte weit aus. Ohne eine abschließende Schutzbereichsfestlegung vorzunehmen, sind nach Auffassung des BVerfG unstreitig solche Eingriffe in die psychische Integrität erfasst, die ihrer Wirkung nach körperlichen Eingriffen gleichzusetzen sind. Das ist jedenfalls dann der Fall, wenn das Befinden der Person in einer Weise verändert wird, die der Zufügung von Schmerzen entspricht.[100] In der Literatur wird dieser Ansatz überwiegend geteilt, wenn auch mit unterschiedlicher Begründung.[101]

Für Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG hat das BVerfG dabei eine bloße Gefährdung des Grundrechts einer Grundrechtsverletzung gleichgestellt und damit auf das Erfordernis eines Eingriffs verzichtet.[102] Angesichts des überragenden Stellenwerts des menschlichen Lebens lässt sich eine solche extensive Interpretation sicherlich rechtfertigen. Ein wirksamer Schutz des Lebens kann nicht erst einsetzen, wenn sich die Gefahr bereits realisiert hat. In vergleichbarer Weise muss dies auch für die körperliche Unversehrtheit gelten.[103] Diese Linie hat das BVerfG im eben erwähnten *Flughafen-Urteil* verfolgt, indem es eine Gesundheitsgefährdung ausreichen ließ, um eine staatliche Schutzpflicht zu begründen.[104] Inzwischen kann allgemein die Vorverlagerung des maßgeblichen Eingriffszeitpunkts bei Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG auf das Stadium der Gefahr als gesicherte Erkenntnis gelten.[105]

Mit einem solchen Schutzbereichsverständnis bietet Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG eine geeignete, abwehrrechtliche Grundlage zum Schutz vor Lärm, vorausgesetzt, dass eine bestimmte Intensitätsschwelle überschritten wird. Geschütztes Rechtsgut des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG ist die körperliche Unversehrtheit, die es vor unzumutbaren Eingriffen zu bewahren gilt, selbst wenn diese nicht unmittelbar die körperliche Integrität beeinträchtigen. So schützt Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG auch vor Lärmimmissionen, die zwar nicht zu pathologischen körperlichen Folgen führen, aber doch so schwere psychische Auswirkungen haben, dass eine Einbeziehung in den Schutzbereich gerechtfertigt ist.

---

[99] BVerfGE 56, 54.
[100] BVerfGE 56, 54 (75).
[101] Vgl. die Nachweise bei Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 119 f.
[102] BVerfGE 51, 324 (346 f.); 66, 39 (58).
[103] Lorenz, in: HbStR VI, § 128 Rn. 31.
[104] BVerfGE 54, 56 (77 f.).
[105] Schmidt-Aßmann, AöR 106 (1981), 205 (211).

2.3.3 Kriterien zur Bestimmung eines Eingriffs in die körperliche Unversehrtheit

Lärm kann kurzfristig oder dauerhaft auftreten und dabei staatliche Grenzwerte gelegentlich oder regelmäßig überschreiten. Zudem kann der Lärm von verschiedenen Personen ganz unterschiedlich empfunden werden und bei dem einen zu einer Beeinträchtigung der körperlichen Unversehrtheit führen, während der andere sich nur belästigt fühlt. Es ist deshalb notwendig, einen einheitlichen Maßstab zu finden, um die Schwelle der Schutzbereichseröffnung des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG zu finden.

Grundsätzlich ist hier eine objektive Betrachtungsweise geboten.[106] Allerdings wird unterschiedlich beurteilt, ob auch geringfügige Eingriffe, wie sie typischerweise bei nur vorübergehenden Lärmimmissionen auftreten, in den Schutzbereich fallen.

Rechtsprechung und Stimmen in der Literatur sind der Ansicht, dass es an einem Eingriff fehle, wenn „*die Körpersphäre nur geringfügig und damit zumutbar*“ betroffen ist.[107] Entscheidend ist demnach die dauerhafte Langzeitbelastung mit Lärm, denn nur vorübergehende oder einmalige Störungen überschreiten die Bagatell- oder Sozialadäquanzgrenze in der Regel nicht. Deshalb fallen einmalige oder seltene Kommunikationsstörungen, Störungen der Ruhe und Entspannung und des Nachtschlafes noch nicht in den Schutzbereich, solange sie sich nicht zu einer Gesundheitsstörung verdichten.[108] Dem Schutzbereich von Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG unterfallen aber auf jeden Fall chronische Störungen des Nachtschlafes, die sich in Aufwachreaktionen und Veränderungen der Schlafstruktur äußern.[109]

Nach anderer Ansicht schließt die Geringfügigkeit einen Eingriff nicht aus, erleichtert jedoch seine Rechtfertigung.[110] Demnach ist auch Lärm von geringer Intensität geeignet, einen Abwehranspruch aus Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG auszulösen. Es sei Sache des Gesetzgebers zu entscheiden, welche Beeinträchtigungen so geringfügig sind, dass sie dem einzelnen noch als sozialadäquat zugemutet werden können.[111]

Ein weiteres Problem betrifft die Frage, woran der Grad der Beeinträchtigung durch Lärm zu messen ist. Üblicherweise wird im Immissionsschutzrecht auf den verständigen Durchschnittsmenschen abgestellt und eine

---

[106] Kunig, in: von Münch/ Kunig (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 2 Rn. 63.
[107] BVerfGE 17, 108 (115); BVerwGE 54, 211 (223); Kloepfer, FS BVerfG II, 405 (409); Sendler, UPR 1981, 1 (2).
[108] Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 126.
[109] Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 126; zu einem Beispiel siehe OVG Münster, NJW 1981, 701.
[110] Jarass, in: Jarass/Pieroth, GG-Kommentar, Art. 2 Rn. 48; Murswiek, in: Sachs (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 2 Rn. 163.
[111] Murswiek, in: Sachs (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 2 Rn. 163.

objektive Beurteilung vorgenommen.[112] Wie steht es dann aber mit der Berücksichtigung von überdurchschnittlich sensitiven Menschen, z.B. Alten und Kindern? Es ist grundsätzlich verfassungsrechtlich nicht zu beanstanden, wenn der Gesetzgeber typisierte Grenzwerte in positivrechtlichen Normen festlegt, solange er dabei die besondere Empfindlichkeit bestimmter Gruppen wie Kinder oder ältere Menschen berücksichtigt hat.[113] In der Regel geschieht dies dadurch, dass die Grenzwerte deutlich unterhalb der Gefahrenschwelle angesiedelt und unbestimmte Rechtsbegriffe verwendet werden, die dann im Einzelfall durch den Rechtsanwender konkretisiert werden müssen.[114] Verfassungsrechtlich geht es um einen abstrakten und generellen Lärmschutz mit ausreichender „*Sicherheitsreserve*". Auf der Ebene der Gesetzesanwendung kann dann freilich ein größeres Unterschreiten der Emissionsgrenzwerte zugunsten besonders lärmempfindlicher Personen geboten sein, wenn nicht bereits eine Differenzierung bei den Werten erfolgt ist.[115]

2.3.4 Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG und staatliche Schutzpflicht

Nach ständiger Rechtsprechung des BVerfG folgt aus dem objektivrechtlichen Gehalt des Art. 2 Abs. 2 S. 2 GG die Pflicht der staatlichen Organe, sich schützend und fördernd vor die darin genannten Rechtsgüter zu stellen und sie insbesondere vor rechtswidrigen Eingriffen von Seiten anderer zu bewahren.[116] Den Staat trifft also eine objektive Schutzpflicht, die ihn zum Erlass von Schutzgesetzen oder zur Ergänzung bzw. Nachbesserung bestehender Gesetze zwingt.[117] Im *Düsseldorfer Flughafenfall* hat das BVerfG aus der staatlichen Schutzpflicht des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG eine Nachbesserungspflicht des Gesetzgebers abgeleitet.[118] Im Bereich des Lärmschutzes ist damit der Gesetzgeber gehalten, die Regelungen dem Stand der technischen Entwicklung anzupassen und gegebenenfalls Nachbesserungen vorzunehmen. Eine Verletzung dieser Nachbesserungspflicht wird aber nur vorliegen, wenn die ursprüngliche Regelung unverhältnismäßig und evident in Grundrechte eingreift. Die Entwicklung neuer Lärmschutztechniken oder der Fortgang der Forschung alleine rechtfertigt eine solche Pflicht noch nicht.[119] Als Teilhabegrundrecht gewährleistet Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG auch ein ökologisches Existenzminimum im Sinne eines Grundrechtsvoraussetzungsschutzes.[120]

---

[112] Jarass, BImSchG, § 3 Rn. 53; Böhm, Der Normmensch, S. 96 f; vgl. zur Untauglichkeit dieses Kriteriums für die raum- und akzeptorbezogene Modellierung von Geräuschbelastungen D 6.2.3.
[113] Jarass, BImSchG, § 3 Rn. 51.
[114] Schmidt-Assmann, AöR 106 (1981), 205 (214).
[115] So müssen nach der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) Verkehrswege an Krankenhäusern und Altenheimen deutlich geräuschärmer sein als beispielsweise in Mischgebieten, vgl. § 2 Abs. 1 16. BImSchV.
[116] Kloepfer, Umweltrecht, § 3 Rn. 11; BVerfGE 39, 1 (42).
[117] BVerfGE 49, 89 (141 f.); 56, 54 (78 ff.); 88, 203 (254).
[118] BVerfGE 54, 56 (78 ff.).
[119] Vgl. dazu auch F.6.2.6.
[120] Kloepfer, Umweltrecht, § 3 Rn. 11; ders., Grundrecht auf Umweltschutz, S. 22 (27 ff.):

Konkurrierende öffentliche und private Interessen sind dabei entsprechend zu berücksichtigen, z.B. die Grundrechte der Anlagenbetreiber aus den Art. 12, 14, 2 Abs. 1 GG, wenn ihnen Lärmschutzauflagen gemacht werden. Entsprechend eingeschränkt ist die Überprüfungsmöglichkeit des BVerfG. Die Grenzwerte der zumutbaren Lärmbelastung im konkreten Fall lassen sich nicht aus Art. 2 Abs. 2 S.1 GG gewinnen. Aus den Grundrechten können generell nur abstrakte Richtungsvorgaben abgeleitet werden. Alles andere ist Aufgabe des Gesetzgebers bzw. des Vorschriftengebers, der Grenzwerte unter gebotener Berücksichtigung der Grundrechte einfachgesetzlich zu normieren hat.

2.3.5 Die Eigentumsfreiheit (Art. 14 Abs. 1 GG)

Ein verfassungsrechtliches Rechtsgut für den Lärmschutz ist auch das Eigentum im Sinne des Art. 14 GG. Lärmimmissionen können dazu führen, dass ein Grundstück unbewohnbar wird oder nur noch eingeschränkt nutzbar ist. Art. 14 Abs. 1 GG enthält insoweit eine Institutsgarantie für das Privateigentum ohne aber zu definieren, was verfassungsrechtlich unter Eigentum zu verstehen ist.[121]

2.3.5.1 Schutzbereich

Nach Art. 14 Abs. 1 GG wird jedes vermögenswerte Recht sowie die Nutzung, Innehabung und Verfügung dieses Rechtes geschützt.[122] Darunter fallen zunächst alle privatrechtlichen vermögenswerten Rechte, aber auch öffentlich-rechtliche Positionen, wenn sie Äquivalent eigener (Teil-)Leistung sind und deshalb der Position eines Eigentümers entsprechen.[123] Schutzgut des Art. 14 GG ist das Eigentum, wie es sich aus der Gesamtheit der verfassungsmäßigen Gesetze bürgerlichen und öffentlichen Rechts ergibt.[124] Dies erschließt sich aus Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG, wonach es dem Gesetzgeber obliegt, Inhalt und Schranken des Eigentums zu definieren. Durch einfachgesetzliche Regelungen wird der Umfang an Rechten und Pflichten festgelegt, die dem Eigentümer obliegen. Der Begriff des Eigentums aber ist als solcher aus der Verfassung zu gewinnen, so dass der Gesetzgeber diesen nicht beliebig definieren kann.[125] Durch die Institutsgarantie des Art. 14 Abs. 1 GG ist deshalb insbesondere die Privatnützigkeit, die grundsätzliche Verfügungsbefugnis des Eigentümers und die Substanzerhaltung von Eigentum geschützt und muss vom Gesetzgeber beachtet werden.[126]

Im Bereich des Lärmschutzes werden häufig das Grundeigentum und der Gewerbebetrieb betroffen sein, insbesondere durch übermäßige Lärmim-

---

[121] Jarass, in: Jarass/Pieroth, GG-Kommentar, Art. 14 Abs. 3.
[122] BVerfGE 24, 367 (396); 50, 290 (339); 52, 1 (30); 58, 300 (336).
[123] BVerfGE 53, 257 (289).
[124] BVerfGE 78, 205 (211); 68, 193 (222).
[125] BVerfGE 58, 300 (335).
[126] Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 155 f; Leisner, in: HbStR VI, § 149 Rn. 77 ff.

missionen staatlicher oder dem Staat zurechenbarer Einrichtungen, aber auch durch die Genehmigung emittierender, privater Unternehmen. Umgekehrt können immissionsschutzrechtliche Gebote das Eigentum des Lärmbelasters beeinträchtigen.[127] Die Eigentumsgarantie des Grundeigentums ist das wohl bedeutendste Anwendungsfeld des Art. 14 Abs. 1 GG.[128] Geschützt sind alle Grundstücksnutzungen, die rechtmäßig bereits verwirklicht wurden und werden, so dass Art. 14 GG in gewissem Umfang Bestandsschutz bietet.[129] Das Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb wird vom BVerfG allerdings nicht eindeutig anerkannt[130], während es sonst in der Rechtsprechung und im Schrifttum bejaht wird.[131] Das Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb ist die Sach- und Rechtsgesamtheit eines wirtschaftlichen Unternehmens, die über den Schutz der ohnehin von Art. 14 Abs. 1 GG gewährleisteten Einzelrechte hinausgeht.[132] Diese richterrechtlich entwickelte Figur soll dem Umstand Rechnung tragen, dass bei einem Unternehmen erst eine Gesamtschau seine wirtschaftliche Bedeutung und ökonomische Funktion deutlich macht.

2.3.5.2 Eingriffe

Verfassungsrechtlich geschützte Eigentumspositionen können auf zweierlei Art beschränkt werden. Nach Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG kann der Gesetzgeber Inhalts- und Schrankenregelungen treffen, z.B. eine Verschärfung der Immissionsschutzvorgaben für Gewerbebetriebe. Er kann aber auch Eigentum zum Wohle der Allgemeinheit durch Gesetz oder aufgrund eines Gesetzes enteignen, Art. 14 Abs. 3 GG. Dabei muss eine angemessene Entschädigung gewährleistet sein. Je nach Art des Eingriffs in das Eigentum unterscheiden sich die Rechtfertigungsanforderungen an den Gesetzgeber. Die erforderliche Abgrenzung zwischen Inhalts- und Schrankenbestimmungen einerseits und Enteignung andererseits wird vom BVerfG anhand formaler Kriterien vorgenommen. Eine Inhaltsbestimmung ist die *„generelle und abstrakte Festlegung von Rechten und Pflichten hinsichtlich solcher Rechtsgüter, die als Eigentum im Sinne der Verfassung zu verstehen ist“*.[133] Die Enteignung ist durch den staatlichen Zugriff auf das Eigentum des Einzelnen gekennzeichnet; *„sie zielt auf die vollständige oder teilweise Entziehung konkreter subjektiver Rechtspositionen im Sinne des Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG“*.[134]

---

[127] Siehe dazu Abschnitt E2.4.3
[128] Bryde, in: von Münch/Kunig (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 14 Rn. 14.
[129] BVerwGE 50, 49 (55ff.).
[130] Offen gelassen in BVerfGE 66, 116 (145); 68, 193 (222 f.).
[131] BVerwGE 62, 224 (226); BGHZ 23, 157 (162 f.); 92, 34 (37); 111, 349 (355 f.); Leisner, HbStR VI, § 149 Rn. 108 ff.; Papier, in: Maunz/Dürig/Herzog, GG-Kommentar, Art. 14 Rn. 95 ff; Bryde, in: von Münch/Kunig (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 14 Rn. 19.
[132] Wendt, in: Sachs (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 14 Rn. 26.
[133] BVerfGE 72, 66 (76).
[134] BVerfGE 79, 174 (191).

Geräusche können als Folge staatlichen oder dem Staat zurechenbaren Handelns auftreten. Beim Bau einer Fernstraße ist sowohl der Baulärm als auch der spätere Verkehrslärm unvermeidliche Nebenfolge, jedoch nicht Ziel der Handlung. Immissionen stellen sich insoweit als Realakt und nicht als rechtliche Regelung dar. Anders ist dies nur, wenn man auf den öffentlich-rechtlichen Planungsakt (Bebauungsplan etc.) abzielt und damit einen Rechtsakt annimmt.[135] Allerdings gilt auch und gerade bei Art. 14 GG der oben dargestellte Eingriffsbegriff mit der Folge, dass nicht nur unmittelbare Regelungen, sondern auch faktische und mittelbare Einwirkungen auf das Eigentum einen Eingriff darstellen können.[136]

Beim Abwehranspruch des Eigentümers kommt es darauf an, ob sich der hoheitliche Eingriff als unmittelbarer, also die Substanz direkt betreffend, oder mittelbarer, z.B. die Baugenehmigung für eine lärmemittierende Anlage auf dem Nachbargrundstück, darstellt. Beim mittelbaren Eingriff wird nicht das Grundstück selber, sondern die Umgebung nachhaltig verändert, so dass erst durch diese Veränderung ein Eingriff in das Eigentum vorliegt. Solche Eingriffe müssen grundsätzlich hingenommen werden. Ein Abwehranspruch ist erst gegeben, wenn das Eigentum *„schwer und unerträglich"* getroffen wird. [137] Als Maßstab dienen hier die in Gesetzen oder regelmäßig in Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften niedergelegten rechtlichen Grenzwerte, im Falle des Verkehrslärms z.B. die Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV. Die einfachgesetzlichen Regelungen gestalten den Abwehranspruch aus den Grundrechten insbesondere dadurch aus, dass sie die Grenze zwischen rechtswidriger und rechtmäßiger Umweltnutzung ziehen.[138]

2.3.5.3 Lärm als Eingriff in die Eigentumsfreiheit des Art. 14 Abs. 1 GG

Bei der Beurteilung, ob der Eingriff in das Grundeigentum verhältnismäßig ist, kommt es vor allem auf die Situationsgebundenheit des Grundstücks an. Jedes Grundstück wird durch seine Lage und Beschaffenheit sowie seine Einbettung in die Umwelt geprägt.[139] Dieser Ansatz ist eine Ausprägung der Sozialpflichtigkeit des Eigentums im Sinne von Art. 14 Abs. 2 GG. Insofern ist z.B. eine Lärmvorbelastung eines Grundstücks in der Abwägung beachtlich. Wenn die Lärmbeeinträchtigungen auf einer gesetzlichen oder auf gesetzlicher Grundlage zugelassenen Nutzung beruhen, muss der Eigentümer sie hinnehmen, wenn sie sich qualitativ und quantitativ im Bereich der Sozialbindung halten.[140]

---

[135] So Hofmann, Verkehrslärmschutz, S. 44.
[136] Jarass, in: Jarass/Pieroth, GG-Kommentar, Art. 14 Rn. 20 a ff.
[137] St. Rsp. seit BVerwGE 50, 282 (287).
[138] Caspar, in: Koch (Hrsg.), Umweltrecht, § 2 Rn. 117.
[139] BVerwGE 49, 359 (368); BGHZ 90, 4 (15).
[140] BVerfGE 79, 174 (198 ff.).

Eigentum kann durch staatlich verursachten bzw. zu verantwortenden Lärm beeinträchtigt werden, ohne dass dies eine Enteignung darstellt. Wenn z.B. durch einen Bebauungsplan eine Verkehrsimmissionen verursachende Straße geplant wird, handelt es sich nicht um eine Enteignung. Vielmehr liegt regelmäßig eine Inhalts- und Schrankenbestimmung iSv Art. 14 Abs. 1 S. 2 GG vor, wenn es um die Frage geht, *„welches Ausmaß von Verkehrslärmimmissionen der Inhaber eines unter den Schutz der Eigentumsgarantie fallenden Rechts an einem Grundstück hinnehmen muss"*[141]. Grundsätzlich hat der Eigentümer die mit dem BImSchG vereinbaren Belastungen hinzunehmen.[142] Als unzulässig wird dagegen erachtet, wenn eine erhebliche Beeinträchtigung von Wohnraum durch Verkehrslärm vorliegt.[143]

Bei seiner Entscheidung zum Verkehrslärm hat das BVerfG offen gelassen, *„ob die Anwendung von Art. 14 Abs. 3 GG dann in Betracht kommen könnte, wenn eine inhaltsbestimmende Regelung die Nutzung des geschützten Rechts praktisch schlechthin unmöglich machen und das Recht damit völlig entwerten würde"*.[144] Dies widerspricht jedoch dem eigenen Ansatz des Gerichts, wonach Inhalts- und Schrankenbestimmungen zur Enteignung ein aliud darstellen. Damit kann eine noch so unzumutbare und damit rechtswidrige Inhaltsbestimmung niemals in eine Enteignung umschlagen.[145] Allerdings hat der Bundesgerichtshof (BGH) anerkannt, dass bei unmittelbaren hoheitlichen Lärmimmissionen, die nicht unterbunden werden können, ein enteignender Eingriff vorliegen kann.[146] Im konkreten Fall klagte der Eigentümer eines Grundstücks, das neben einem Militärflughafen der Bundeswehr lag, auf Ausgleich der fluglärmbedingten Wertminderung seines Grundstücks.

Für die Fälle, in denen formal keine Enteignung vorliegt, dem einzelnen aber ein besonderes, nicht zumutbares Opfer für die Allgemeinheit abverlangt wird, sind durch die Rechtsprechung die Rechtsinstitute des enteignenden oder enteignungsgleichen Eingriffs entwickelt worden.[147] Handelt es sich um die Nebenfolge eines an sich rechtmäßigen, staatlichen Handelns, liegt ein enteignender Eingriff vor, bei einer rechtswidrigen Rechtsbeeinträchtigung ein enteignungsgleicher Eingriff. In beiden Fällen ist dem Geschädigten eine angemessenen Entschädigung zu gewähren. Grundsätzlich gibt es einen Geldausgleich für Schallschutzvorrichtungen. Eine Entschädigung für die lärmbedingte Wertminderung des Grundstücks kommt nur in Betracht, wenn die Schutzvorkehrungen keine Abhilfe versprechen oder unverhältnismäßige Aufwendungen erfordern.[148] Dabei wird die

---

[141] BVerfGE 79, 174 (191 f.); 72 66 (76).
[142] BVerfGE 79, 174 (193 ff.); BVerwGE 68, 58 (61).
[143] BVerwGE 61, 295 (303); BGHZ 49, 148; 64, 220; 97, 114 (116).
[144] BVerfGE 79, 174 (192).
[145] BVerfGE 52, 1 (27 f.); 58, 300 (320).
[146] BGHZ 122, 76 (77).
[147] BGHZ 99, 24 (29).
[148] BGHZ 122, 76 (77).

Zumutbarkeitsgrenze bei Werten von 70 bis 75 dB(A) tagsüber und 60 bis 65 dB(A) für die Nacht gesetzt (Bürgel 1996). Diese Rechtsfigur ist auch vom BVerwG wiederholt beim Problem des Lärmschutzes bei Flughäfen herangezogen worden.[149] Ein solcher Ausgleich lässt dann eine ansonsten unverhältnismäßige Immissionsbelastung eines Grundstücks noch als zumutbare Sozialbindung des Eigentums erscheinen. Die Entschädigungsregelungen bedürfen wie die Enteignung einer gesetzlichen Grundlage, unterliegen aber geringeren Anforderungen.[150]

2.3.5.4 Schutzpflichten aus Art. 14 GG

Prinzipiell ist auch die Herleitung grundrechtlicher Schutzpflichten aus Art. 14 GG denkbar.[151] Beispielsweise kann das Grundeigentum durch Lärmimmissionen derart beeinträchtigt wird (ein Haus ist aufgrund der Lärmimmissionen nicht mehr bewohnbar), dass eine Schutzpflicht aktiviert wird. In diesen Fällen hat der Betroffene einen Anspruch aus Art. 14 GG auf Tätigwerden der öffentlichen Hand, z.B. die Errichtung von Lärmschutzwällen an Bundesautobahnen, wenn ansonsten eine Nutzung des Grundstücks nicht mehr möglich ist. Allerdings gesteht das BVerfG den staatlichen Organen hierbei eine so weite Einschätzungsprärogative zu, dass es die Verletzung einer Schutzpflicht im Bereich des Lärmschutzes bisher in keinem Fall angenommen hat.[152] Außerdem sei noch einmal daran erinnert, dass die Grenzen, bis zu denen eine Lärmbeeinträchtigung des Eigentums hinzunehmen ist, in erster Linie vom Gesetzgeber gezogen werden.

2.3.6 Die Berufsfreiheit, Art. 12 Abs. 1 GG

Art. 12 Abs. 1 GG enthält das einheitliche Grundrecht der Berufsfreiheit.[153] Unter Beruf ist dabei jede Tätigkeit zu verstehen, die in ideeller wie in materieller Hinsicht der Schaffung und Erhaltung einer Lebensgrundlage dient oder dazu beiträgt und auf eine gewisse Dauer angelegt ist.[154] Ein Eingriff in die Berufsfreiheit kann entweder die Art und Weise der Berufsausübung regeln oder den Zugang zu einem Beruf festlegen. Im ersten Fall liegen Berufsausübungsregelungen, im letzen Fall Berufswahlregelungen vor. Berufswahlregelungen werden weiter danach unterschieden, ob sie objektive, d.h. von der Person des Bewerbers unabhängige, oder subjektive Zulassungsregelungen aufstellen. Anhand dieser Einteilung differenziert das BVerfG die Anforderungen an die Verhältnismäßigkeit einer gesetzlichen

---

[149] BVerwGE 77, 295 (298); BVerwGE 84, 361 (367 f.); BVerwGE 87, 332 (380/383); Kloepfer, JuS 1976, 436 (438 ff).
[150] Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 179.
[151] So Steinberg, NJW 1996, 1985 (1988); Sparwasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, § 1 Rn. 162.
[152] BVerfGE 54, 56 (80 ff.); BVerfGE 79, 174 (201 f.).
[153] BVerfGE 7, 377 (400ff.).
[154] BVerfGE 54, 301 (313).

Einschränkung. Die höchsten Rechtfertigungsanforderungen sind bei objektiven Berufswahlregelungen erforderlich, da hier der Eingriff in die Berufsfreiheit am intensivsten ist.[155] Hier ist ein Eingriff nur durch „*die Abwehr nachweisbarer oder höchstwahrscheinlicher schwerer Gefahren für ein überragend wichtiges Gemeinschaftsgut*" legitimiert.[156] Geringer sind die Anforderungen bei subjektiven Berufswahlregelungen, und Berufsausübungsregelungen sind bereits aus vernünftigen Erwägungen des Gemeinwohls legitimiert.

Ein finaler und unmittelbarer staatlicher Eingriff in die Berufsfreiheit durch Geräusche ist wohl eher selten. Denkbar ist aber immer, dass durch öffentliche oder dem Staat zurechenbare Lärmimmissionen ein mittelbarer oder faktischer Eingriff vorliegt (der Bau einer Straße oder die Genehmigung einer lärmemittierenden Anlage in der Nachbarschaft führt dazu, dass der freischaffende Journalist nicht mehr in Ruhe zu Hause arbeiten kann). Damit in diesen Fällen ein Eingriff angenommen werden kann, muss der staatliche Akt „*in einem engen Zusammenhang mit der Ausübung des Berufs stehen und objektiv eine berufsregelnde Tendenz deutlich erkennen lassen*".[157] Anderenfalls kann höchstens Art. 2 Abs. 1 GG, d.h. die allgemeine Handlungsfreiheit, einschlägig sein mit einem sehr weiten Einschränkungsvorbehalt zugunsten des Gesetzgebers.

2.3.7 Allgemeine Handlungsfreiheit und Persönlichkeitsrecht

2.3.7.1 Allgemeine Handlungsfreiheit

BVerfG[158] und die überwiegende Lehre[159] verstehen Art. 2 Abs. 1 GG als eine Art grundrechtliche lex generalis und haben den Schutzbereich sehr weit ausgedehnt. So fällt in den Schutzbereich von Art. 2 Abs. 1 GG jedes menschliche Verhalten ohne Rücksicht darauf, welches Gewicht ihm für die Persönlichkeitsentfaltung zukommt.[160] Geschützt wird damit jedes Tun oder Unterlassen, sofern es nicht in den Schutzbereich eines spezielleren Grundrechts fällt. Allerdings kann das Grundrecht durch die „*Gesamtheit der Normen, die formell und materiell verfassungsmäßig sind*" eingeschränkt werden.[161] Dies ist nur folgerichtig, denn sonst könnte der Bürger sich gegen jeden staatlichen Zwang unter Berufung auf seine allgemeine Handlungsfreiheit wehren.

---

[155] Breuer, HbStR VI § 148 Rn. 50 ff.
[156] BVerfGE z, 377 (408).
[157] BVerfGE 70, 191 (214).
[158] St. Rspr. seit dem Elfes-Urteil, BVerfGE 6, 32 (36 ff.).
[159] Jarass, in: Jarass/Pieroth, GG-Kommentar, Art. 2 Rn. 3; Murswiek, in: Sachs, GG-Kommentar, Art. 2 Rn 43 ff.
[160] BVerfGE 80, 137 (152).
[161] BVerfGE 6, 32 (37 ff.); 80 137 (153).

Die Lehre von der allgemeinen Handlungsfreiheit hat im Umweltrecht weitreichende Folgen. So wird argumentiert, dass Art. 2 Abs. 1 u.U. in Verbindung mit Art. 1 Abs. 1 GG die Existenz einer menschenwürdigen Umwelt schütze.[162] Diese Schutzbereichsumschreibung ist aber so allgemein, dass sich hieraus keine konkreten-individuellen Schutzansprüche ergeben können.[163] Auch umweltrechtliche Abwehrklagen lassen sich nach Ansicht des BVerwG regelmäßig nicht auf Art. 2 Abs. 1 GG stützen.[164] Folgt man dagegen dem Ansatz des BVerfG, so kann der Schutz vor Lärmimmissionen, die unterhalb der Schwelle eines Eingriffes in Art. 2 Abs. 2 GG liegen, durch die allgemeine Handlungsfreiheit gewährleistet werden. Lärmimmissionen, die keinen Eingriff in die körperliche Unversehrtheit oder sonstige Grundrechte darstellen, fallen damit in den Schutzbereich des Art. 2 Abs. 1 GG.[165]

2.3.7.2 Allgemeines Persönlichkeitsrecht

Aus dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht, das ebenfalls in Art. 2 Abs. 1 GG geschützt wird, hat das BVerfG in Verbindung mit dem Menschenwürdeschutz aus Art. 1 Abs. 1 GG einen Anspruch des Einzelnen begründet, „*in Ruhe gelassen zu werden*“.[166] Als Recht der Selbstbewahrung soll Art. 2 Abs. 1 GG es ermöglichen, dass der einzelne sich zurück ziehen, abschirmen und für und bei sich bleiben kann.[167] Ein allgemeines Recht auf Ruhe und Schutz vor Geräuschen lässt sich so aber nicht begründen. Das Recht, in Ruhe gelassen zu werden, schützt vor allem die Privatsphäre des Bürgers im geistig-kommunikativen Bereich, um so einen geschützten, vor der Öffentlichkeit abgeschirmten Raum für den Einzelnen zu ermöglichen.[168] In Verbindung mit Art. 13 GG, dem Schutz der Wohnung, ist dieses Recht auch räumlich zu verstehen. So ist nicht zu bezweifeln, dass eine dauerhafte Lärmbelastung die Kommunikation in den eigenen vier Wänden erheblich stört, z.B. bei Wohnungen an stark befahrenen Verkehrswegen oder in der Nähe einer Flughafenstartbahn. Allerdings wird hier in der Regel die allgemeine Handlungsfreiheit betroffen sein. Lärm behindert die Kommunikation, stört bei der geistigen Arbeit und beeinträchtigt die Entspannung und Rekreation der Betroffenen. Der einzelne wird so in seinem Tun betroffen und nicht in seiner Persönlichkeit, in seiner personalen Integrität.[169] Erst wenn die Geräuschbelastung so erheblich ist, dass eine Privatsphäre nicht mehr vorhanden ist, kann auch ein Eingriff in das allgemeine Persönlichkeitsrecht vorliegen.

---

[162] Lücke, DÖV 1976, 289 (290); Weber, DVBl. 1971, 806; Benda UPR 1982, 241 (243).
[163] Kloepfer, Umweltrecht, § 3 Rn. 13; Rauschning, VVDStRL 38 (1980), 181.
[164] BVerwGE 54, 211 (221).
[165] Wulfhorst, Der Schutz „überdurchschnittlich empfindlicher“ Rechtsgüter, S. 107 f.
[166] BVerfGE 6, 32 (41); 27, 1 (6); 44, 197 (203).
[167] Pieroth/Schlink, Staatsrecht II, Rn. 375.
[168] Rauschning, VVDStRL 38 (1980), 167 (180).
[169] So auch Hermann, Schutz vor Fluglärm, S. 197 ff; Benda, UPR 1982, 241 (242).

2.4 Rechtliche Schutzgüter der Lärmerzeugung

Der Bürger kann seine Grundrechte nicht nur in Anspruch nehmen, um Umweltbelastungen durch Dritte abzuwehren oder eine staatliche Schutzpflicht zu aktivieren. Häufig wird er sich – im Gegenteil – für sein umweltbelastendes Handeln auf Grundrechte berufen, um sich gegen bestehende Auflagen und Verbote zu wehren. Dadurch kommt es zu einem Konflikt zwischen staatlichem Umwelt- und Lärmschutz mit den verbundenen Freiheitseingriffen einerseits und privater Umweltbelastung andererseits.

2.4.1 Recht auf Umweltverschmutzung – Recht auf Lärm?

Als denkbare Grenze staatlichen Umwelt- und Lärmschutzes lassen sich vor allem die zentralen Wirtschaftsgrundrechte der Art. 12 Abs. 1 und 14 Abs. 1 GG anführen. Die allgemeine Handlungsfreiheit des Art. 2 Abs. 1 GG fungiert daneben generell als Auffangtatbestand und kommt erst subsidiär zur Anwendung. Bei den Schutzgütern der Lärmerzeugung geht es um die Frage, ob die Grundrechte auch umweltgefährdendes Handeln, vorliegend also Lärmimmissionen, des Einzelnen schützen.[170] Zugespitzt kann man fragen, ob es ein grundrechtlich geschütztes Recht auf Umweltverschmutzung,[171] im hier interessierenden Kontext also ein Recht auf Lärm, gibt.

Einer Minderheitenansicht im Schrifttum zufolge unterliegt die Nutzung von knappen Umweltgütern wie Luft, Wasser und Erdatmosphäre a priori Beschränkungen, d.h. die Freiheitsrechte des Grundgesetzes geben hier keinen Schutz.[172] Gewährleistet wird nur *„das Minimum dessen, was der Mensch in einer freiheitlichen Gesellschaft an Umweltverschmutzung unbedingt benötigt“*, wie die Nutzung der Atemluft, die Verursachung unvermeidbarer Emissionen bei der Beheizung von Wohnräumen oder die Erzeugung unvermeidbarer entsorgungsbedürftiger Abfälle.[173] Über diesen Kernbereich hinaus sind damit Lärmimmissionen nicht grundrechtlich geschützt. Die Belastung der Umwelt mit Lärm stelle sich nicht als Freiheitsausübung dar, sondern als Teilhabe an öffentlichen Gütern wie Luft und Wasser.[174] Ein Umweltverschmutzungsverbot sei an Art. 2 Abs. 1 GG zu messen. Für die Prüfung des Eingriffs in die allgemeine Handlungsfreiheit des Umweltverschmutzers entfällt der Nachweis der Erforderlichkeit, so dass eine Beschränkung in der Regel verhältnismäßig ist, wenn nicht auch die Verschmutzer verfassungsrechtliche Teilhaberechte geltend machen können.[175] Dadurch entfällt die Rechtfertigungspflicht des Staates.

---

[170] Zu den strafrechtlichen Konsequenzen siehe Kloepfer/Vierhaus, Umweltstrafrecht.
[171] Dazu Sendler, UPR 1983, 41.
[172] Murswiek, DVBl. 1994, 77 (79 ff.); ders., in: HbStR V, § 112, Rn. 83.
[173] Murswiek, DVBl. 1994, 77 (82).
[174] Murswiek, DVBl. 1994, 77 (81).
[175] Murswiek, DVBl. 1994, 77 (83); ders. in: Sachs (Hrsg.), GG-Kommentar, Art. 2 Rn. 120.

Nach der vorherrschenden Auffassung im Schrifttum hingegen schließen die Freiheitsgrundrechte, insbesondere Art. 2 Abs. 1, Art. 12 Abs. 1 und Art. 14 Abs. 1 GG, auch umweltschädigende Handlungen ein.[176] Dadurch sind hoheitliche Beschränkungen nicht ausgeschlossen. Sie mü ssen aber gerechtfertigt werden und so vor allem dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit genügen.[177] An der Gegenmeinung wird kritisiert, dass eine Vielzahl von menschlichen Betätigungsformen so aus dem grundrechtlichen Schutzbereich herausfallen würden.[178]Außerdem werde mit diesem Ansatz das liberal-freiheitsrechtliche Verständnis der Grundrechte umgekehrt. Danach müsse der Staat grundsätzlich jede Einschränkung der verfassungsrechtlich gewährten Freiheiten rechtfertigen und legitimieren können. Dieser Zwang entfalle, wenn, wie von der Gegenmeinung vorgetragen, Beschränkungen aus Umweltschutzgesichtspunkten keinen Grundrechtseingriff darstellen.

2.4.2 Die Berufsfreiheit (Art. 12 GG)

Zahlreiche Berufe führen zu einer nicht unerheblichen Geräuschentwicklung mit Auswirkungen auf die umgebende Umwelt. So können von Industrieanlagen schädliche Immissionen ausgehen und Spediteure sowie der gesamte Güterkraftverkehr sind verantwortlich für erhöhte Geräuschpegel an Verkehrswegen. Sofern es sich dabei um Tätigkeiten handelt, die dem oben beschriebenen Schutzbereich der Berufsfreiheit des Art. 12 GG unterfallen, besteht ein Recht, die Umwelt mit Lärm und Schadstoffen zu belasten. Im Bereich des Verkehrslärms ist Art. 12 GG nur für den berufsbedingten Verkehr einschlägig, so dass z.B. Spritztouren mit dem frisierten Pkw nicht in den Schutzbereich fallen. Art. 12 GG schützt dabei die Berufsausübung, solange die Belastung für die Berufsausübung notwendig und in Abwägung mit den betroffenen Gütern verhältnismäßig ist.[179] Der Rahmen für die noch zulässige Geräuschbelastung der Umwelt wird wiederum durch die geltenden Gesetze und Vorschriften gezogen.

Eingriffe der öffentlichen Hand in die Berufsfreiheit der Lärmverursacher zum Schutz der Umwelt vor berufsbedingten Lärmimmissionen sind vielfältig denkbar. Im Anlagenrecht gibt es zahlreiche Regelungen, die lärmschützende Maßnahmen vorsehen.[180] Verkehrsbeschränkungen, Tempolimits und Fahrverbote stellen Eingriffe für Berufskraftfahrer und Spediteure dar.

---

[176] Sparwasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, § 1 Rn. 167.

[177] Sparwasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, § 1 Rn. 167; differenzierend Kloepfer M (2004) Umweltrecht, § 3 RN. 51 ff.

[178] Kloepfer M (2004), Umweltrecht, 3. Aufl., § 3 Rn. 56.

[179] Rauschning, VVDStRL 38 (1980), 167 (184 f.); Sparwasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, § 1 Rn. 167.

[180] Allgemein bestimmt § 5 BImSchG, dass durch genehmigungsbedürftige Anlagen keine schädlichen Umwelteinwirkungen ausgehen dürfen und Vorsorge in dieser Hinsicht betrieben werden muss.

Dabei wird es sich in der Regel um Berufsausübungsregelungen handeln, denn die Folge von Lärmschutzauflagen und Verkehrsbeschränkungen ist nicht die Normierung des Zugangs zu einem Beruf, sondern eine Einschränkung der Berufsausübung. Dagegen können sich die Lärmemittenten auf Art. 12 GG berufen, so dass der Staat einer Rechtfertigungspflicht unterliegt. Die Rechtfertigung gelingt jedoch – wie oben beschrieben[181] – bei Berufsausübungsregelungen recht leicht, wenn vernünftige und sachgerechte Gründe des Gemeinwohls für die Regelung angeführt werden können.[182]

2.4.3 Die Eigentumsfreiheit (Art. 14 GG)

Die Eigentumsfreiheit des Art. 14 GG berechtigt den Bürger, das Eigentum zu seinen Zwecken, d.h. privatnützig, zu verwenden. Über diese Norm können vor allem staatliche Eingriffe in das Grundeigentum und den eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb abgewehrt werden.[182] Der Anlagenbetreiber hat ein Interesse daran, sich gegen lärmschutzrechtliche Gebote und Verbote zu wehren. Ein gravierender Fall liegt z.B. vor, wenn aufgrund neuer lärmschutzrechtlicher Regelungen der Betrieb der Anlage im bisherigen Zustand nicht mehr möglich ist. Ebenso will der Bürger verhindern, dass er sein Grundstück aufgrund von umweltrechtlichen Bestimmungen nur noch eingeschränkt benutzen kann. Denkbar ist der Fall, dass ihm die Bauaufsichtsbehörde keine Baugenehmigung erteilt, da das Bauvorhaben zu einer rechtswidrigen Lärmbelastung führen würde. Damit wird das Grundstück für ihn wertlos. In allen Fällen steht dem privaten Lärmverursacher grundsätzlich der Schutz des Art. 14 Abs. 1 GG zur Seite. Für den staatlichen Lärmschutz ergeben sich daraus zu beachtende Grenzen. In der Regel sind gesetzliche Vorschriften, „*die die umweltbelastende Nutzung von Eigentum verbieten oder beschränken*“ zulässig.[184] So gilt insbesondere im Immissionsschutzrecht kein Bestandsschutz, d.h. der Anlagenbetreiber hat kein aus Art. 14 Abs. 1 GG resultierendes Recht, den Gewerbebetrieb für alle Zeit in der mit der Genehmigung erlaubten Art und Weise weiterzubetreiben.[185] Für die Rechtfertigung des staatlichen Eingriffs gilt das oben Gesagte.[186]

Für den grundrechtlichen Schutz des Verkehrs und der damit verbundenen Lärmbelästigungen wird häufig Art. 14 GG herangezogen, insbesondere das dort geschützte Anliegerrecht. Das Anliegerrecht und der Anliegergebrauch werden jedoch nach Ansicht des BVerfG nur in einem Kernbereich geschützt.[187] Dies umfasst die Anbindung an das öffentliche Straßennetz, nicht aber notwendigerweise die Erreichbarkeit des eigenen Grundstücks

---

[181] Vgl. Abschnitt E.2.3.6.
[182] BVerfGE 98, 287 (316).
[183] Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, § 4 Rn. 37 ff.
[184] BGHZ 99, 262 (269).
[185] Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, § 21 Rn. 146 ff.
[186] Siehe Abschnitt E2.3.5.
[187] BVerfG, NVwZ 1991, 358.

mit dem Auto.[188] Auch besteht kein Anspruch auf Aufrechterhaltung einer verkehrsgünstigen Lage.[189] Art. 14 GG gewährleistet damit den Kontakt nach außen durch Anschluss an das Verkehrsnetz, nicht aber das Anrecht, mit dem Auto bis vor die eigene Tür zu fahren oder in der Nähe zu parken.

2.4.4 Recht auf Umweltnutzung und Umweltsteuern

Die Grundrechte gewähren also im Grundsatz ein Recht auf Umweltnutzung: Boden, Luft und Ressourcen stehen jedermann zur Verfügung als Ausfluss grundrechtlicher Freiheitsansprüche. Dazu steht nicht im Widerspruch, dass der Gesetzgeber diese Nutzungen einem Normenregime unterwirft, indem er den Zugang, die (Be-) Nutzung oder den Verbrauch einschränkt.[190] Es gelten die allgemeinen Rechtfertigungsanforderungen, insbesondere also das Übermaßverbot. Neben tatsächlichen und unmittelbaren Einschränkungen der Umweltnutzung kommen insbesondere Umweltabgaben als Mittel indirekter Verhaltenssteuerung in Betracht (Kloepfer 2004). Es ist zulässig, wenn der Gesetzgeber seine Steuergesetzgebungskompetenz ausübt, um Lenkungswirkungen zu erzielen.[191] Aus verfassungsrechtlicher Sicht sind die Art. 105 ff. GG gegenüber der Verfolgung umweltpolitischer Ziele offen.[192] Als prominentes Beispiel der letzten Zeit ist hier die ökologische Steuerreform zu nennen.[193] Durch die Öko-Steuer soll der Energieverbrauch verteuert und dadurch Anreize zur Energieeinsparung geschaffen werden. Hauptzweck ist jedoch durch das erhöhte Steueraufkommen die Rentenversicherungsbeiträge deutlich zu senken und dadurch die Lohnnebenkosten zu senken. Insofern ist es zweifelhaft, ob beide Ziele nicht im Widerspruch stehen, denn die Erzielung erhöhter Steuereinnahmen ist doch nur möglich, wenn nicht mehr Energie gespart, sondern mehr verbraucht wird.[194] Die Verfassungsmäßigkeit der Öko-Steuer hat das BVerfG aber jüngst bestätigt und mit Hinweis auf die große Gestaltungsfreiheit des Gesetzgebers auch die gezielte Höherbelastung bestimmter steuerlicher Verbrauchertatbestände durch umweltpolitische Zwecke gerechtfertigt.[195] Ein grundrechtlicher Abwehranspruch wird nur dann gegeben sein, wenn die Verhaltenssteuerungsfunktion der Abgabe in Bezug auf das umweltpolitische Ziel nicht geeignet, erforderlich oder unverhältnismäßig ist.

---

[188] BVerwGE 94, 136 (139).
[189] BVerwG, NVwZ-RR 1996, 557 ff.
[190] Als Beispiele seien hier nur angeführt das Bodenschutzgesetz, BGBl. 1998 I, S. 502 (Kloepfer I Nr. 130), das Bundesimmissionsschutzgesetz, BGBl. 2002 I, S. 3830 (Kloepfer II Nr. 600).
[191] BVerfG, 1 BvR 1748/99 vom 20.4.2004, Absatz-Nr. 56.
[192] Ein Hinweis darauf ist in § 3 Abs. 1 S. 1, 2. Hs. AO enthalten, der bestimmt, dass die Erzielung von Einnahmen Nebenzweck des Steuergesetzes sein kann.
[193] BGBl. I 1999 S. 378 und BGBl. I 1999 S. 2432.
[194] Kritisch auch List H (2000) in: BB, 1216 ff.
[195] BVerfG, 1 BvR 1748/99 vom 20.4.2004, Absatz-Nr. 58 und 65.

Neben den Lenkungsabgaben bietet sich bei der Bekämpfung von Lärmimmissionen die Gewährung von Benutzungsvorteilen für die Verwendung umweltfreundlicher Produkte an. Als Belohnung erhält der Verbraucher keine Reduzierung seiner Steuerlast, sondern regelmäßig werden diese Produkte, die als wünschenswert deklarierten, aber nicht gesetzlich vorgeschriebenen Beschaffenheitsanforderungen entsprechen, privilegiert. So gewährt die auf das Bundes-Immissionsschutzgesetz gestützte Geräte- und MaschinenlärmschutzVO vom 29.08.2002[196] den Benutzern von bestimmten elektrischen Gartengeräten wie Laubbläsern und Freischneidern, die mit dem gemeinschaftlichen Umweltzeichen versehen sind, eine partielle Befreiung von zeitlichen Betriebsbeschränkungen in Wohngebieten (§ 7 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 der 32. BImSchV).[197]

2.4.5 Grundrecht auf Mobilität?

Der Autoverkehr steht im Mittelpunkt einer verfassungsrechtlichen Debatte um ein Grundrecht auf Mobilität. In der Literatur ist ein solches Grundrecht induktiv aus einer Gesamtschau der Grundrechte des Grundgesetzes abgeleitet worden.[198] Geschützt sei gerade auch die Mobilität durch das Auto, so dass ein Grundrecht auf Autofahren identifiziert wird.[199] Dabei wird darauf verwiesen, dass den meisten Grundrechten implizit ein Grundrecht auf Mobilität zugrunde liege. So setzen beispielsweise Art. 2 Abs. 2 S. 2, Art. 8, Art. 12 oder auch Art. 14 GG die körperliche Bewegungsfreiheit notwendig voraus. Diese Grundrechte seien nicht nur Abwehrrechte, sondern verlangten die Teilhabe des Einzelnen an den vorhandenen staatlichen Einrichtungen zur Mobilität, insbesondere den Verkehrswegen.[200] Aus einem solchen Grundrecht auf Mobilität ließen sich dann Ansprüche der Bürger zur Sicherstellung ihrer Mobilität, also Ansprüche auf Straßenbau, Ausbau des ÖPNV usw., stützen.[201] Als Abwehranspruch könne das Grundrecht bei Verkehrsbeschränkungen und Verkehrsverboten eine Rolle spielen.[202]

Für den Verkehr lässt sich durchaus ein verfassungsrechtlicher Schutz des Gemeingebrauchs an öffentlichen Straßen und Wegen begründen.[203] Allerdings ist die Verkehrsinfrastruktur Voraussetzung der Freiheitsausübung

---

[196] 32. BImSchV, BGBl. I 2002, S. 3478; Kloepfer Nr. 690.

[197] Zu weiteren Beispielen vgl. Kloepfer M (2004), Umweltrecht, 3. Auflage, München, § 5 Rn. 191.

[198] Ronellenfitsch, DAR 1992, 321; ders., DAR 1994, 7; ironisch-kritisch dagegen Sendler, NJW 1995, 1468.

[199] Ronellenfitsch, DAR 1994, 7 (12).

[200] Ronellenfitsch, DAR 1992, 321 (324).

[201] Ronellenfitsch, DAR 1992, 321 (324).

[202] Ronellenfitsch, DAR 1992, 321 (325): „Eindeutig unzulässig ist beispielsweise das Unterlaufen des Straßenrechts durch das Straßenverkehrsrecht im Zusammenhang mit...Geschwindigkeitsbeschränkungen. Bundesautobahnen eignen sich nicht als Exerzierfeld für eine mobilitätsfeindliche Verkehrspolitik der Länder."

[203] So Eggstein, VBlBW 1995, 161 (163); Erichsen, in: HbStR VI, § 152 Rn. 63 ff.

und nicht ihr Inhalt. Auch ein gesteigertes Mobilitätsbedürfnis schafft keine grundrechtlichen Anspruchspositionen auf eine bestimmte Ausgestaltung der Verkehrswege.[204] Es besteht ein Benutzungsrecht nur im Umfang der vom Staat zur Verfügung gestellten Möglichkeiten. Insofern geht die Annahme eines Grundrechts auf Mobilität als einzelnes umfassendes Grundrecht fehl. Aber natürlich gewährleistet das Grundgesetz durch viele Teilgarantien, mobil sein zu können, d.h. sich am Verkehr beteiligen zu können. Art. 14 GG schützt die Freiheit des Eigentümers, sein Auto zu gebrauchen. Privates Herumfahren wird durch Art. 2 Abs. 1 GG, berufsbedingtes durch Art. 12 Abs. 1 GG prinzipiell gewährleistet.

2.5 Fazit

Der Lärmschutz bewegt sich im Spannungsfeld von grundrechtlicher Freiheitsverbürgung und staatlicher Schutzpflicht. Einen Höchstwert der Verfassung stellt dabei Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG, d.h. der Schutz des Lebens und der körperlichen Unversehrtheit, dar. Hieraus folgt auch ein Anspruch auf ein ökologisches Existenzminimum im Sinne eines Lebens- und Grundrechtsvoraussetzungsschutzes. Der Staat muss deshalb lärmschützende Regelungen treffen, diese gegebenenfalls überprüfen und dem Stand der Technik anpassen. Geschützt wird auch die psychische Integrität, wenn die Lärmbelastung so erheblich ist, dass die Wirkungen körperlichen Eingriffen nahe kommen. Das Eigentum ist verfassungsrechtlich dergestalt geschützt, dass eine unzumutbare und unverhältnismäßige Lärmbelastung rechtswidrig ist.

Eigentums- und Berufsfreiheit stellen Abwehrrechte für den Lärmemittenten dar und müssen bei der Abwägung mit den Schutzgütern der Lärmbetroffenen beachtet werden. Die allgemeine Handlungsfreiheit des Art. 2 Abs. 1 GG ist weit zu verstehen, so dass es auch ein Recht zur Lärmbelastung der Umwelt grundsätzlich gibt. Dabei bestehen jedoch weite Einschränkungsmöglichkeiten. Ein Grundrecht auf Mobilität lässt sich freilich nicht aus der Verfassung begründen. Die Interessen des Verkehrs werden nur insoweit geschützt, als dass es einen Schutz des Gemeingebrauchs am öffentlichen Verkehrsnetz und Verkehrswegen gibt. Die staatliche Verkehrspolitik schafft die Voraussetzungen für diese grundrechtliche Freiheitsausübung, ist aber nicht Inhalt ihrer Schutzverbürgung.

Insgesamt ist vor einseitigen grundrechtlichen Ansprüchen zu warnen. Da sowohl die Geräuschemissionen (Grundrechte der Emittenten) wie die Geräuschimmissionen (Grundrechte der Lärmbetroffenen) auf einen grundrechtlichen Schutzgehalt treffen, ist der Lärmschutz auch als ausgleichende Lösung von Grundrechtskollisionen zwischen Privaten zu verstehen. Die Auflösung solcher Kollisionen durch den Staat erfolgt nicht im Wege

[204] BVerfGE 80, 137 (150); Ossenbühl, Umwelt und Technikrecht, Bd. 35, S. 27 (34).

einer (scheinbar) einfachen Abwägung, sondern eher durch einen schonenden Ausgleich. Im Sinne einer wechselseitigen Grundrechtsoptimierung ist derjenigen Lösung der Vorzug einzuräumen, die zur größtmöglichen Grundrechtssicherung bzw. Grundrechtsverwirklichung aller beteiligten Grundrechte führt, wobei allerdings auch nicht zu unterschreitende Grundrechtsgrenzen zu beachten sind. Dieser Ausgleich ist vor allem Aufgabe des Gesetzgebers (z.B. bei Wahrnehmung der Kompetenzen aus Art. 73 Nr. 6, 6a und Art. 74 Abs. 1 Nr. 21–24 GG) und auch der Verwaltung bei entsprechendem Gestaltungsspielraum (z.B. Ermessen).

3 Abwägung und Prinzipien der Umweltpolitik

3.1 Grundlegende Umweltrechtsprinzipien

Neben den verfassungsrechtlichen Anforderungen haben Gesetz- und Verordnungsgeber, Verwaltung und Rechtsprechung bei der Abwägung allgemeine umweltrechtliche Prinzipien zu beachten. Hier sind das Vorsorgeprinzip, das Verursacherprinzip und das Kooperationsprinzip, ferner das Integrationsprinzip zu nennen. Daneben hat das Schrifttum im Zuge der Systematisierung des allgemeinen Umweltrechts weitere Prinzipien erarbeitet (Kloepfer 2004 § 4 Rn. 1; Helberg 2002 § 3 Rn. 18 ff); von diesen zusätzlichen Prinzipien sind für den Lärmschutz etwa das Gemeinlastprinzip, das Verschlechterungsverbot (Bestandschutzprinzip), das Vorsichtsprinzip, das Kompensationsprinzip, das Prinzip der kollektiven Eigenverantwortlichkeit und das ökologische Abwägungsgebot besonders relevant.

3.2 Rechtlicher Charakter der Grundprinzipien

Die fundamentalen Umweltprinzipien (Vorsorge-, Verursacher- und Kooperationsprinzip) haben sich zunehmend von umweltpolitischen Maximen hin zu echten Rechtsprinzipien entwickelt[205]. Erstmals wurden sie in Art. 16 Abs. 1 S. 2 des Vertrags über die Schaffung einer Währungs-, Wirtschafts- und Sozialunion zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik vom 18. Mai 1990[206] und vor allem durch Art. 34 Abs. 1 des Einigungsvertrags vom 31. August 1990[207] zwischen den beiden deutschen Staaten verbindlich verankert. Auch wenn der hohe Abstraktionsgrad der Prinzipien eine unmittelbare Anwendung im Einzelfall erschwert, haben sie jedenfalls heute grundsätzlich auch eine rechtliche Bindungswirkung. Zusätzlich verstärkt werden sie durch die Ausstrahlung der EG-rechtlichen Umweltprinzipien, die ebenfalls Rechtscha-

---

[205] Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, 2. Aufl. 2000, § 1 Rn. 123; vgl. auch Breuer, in: Schmidt-Aßmann (Hg.), Besonderes Verwaltungsrecht, 12. Aufl. 2003, S. 512 (Kap. 5 Rn. 6).

[206] BGBl. II S. 518 (Auszug bei Kloepfer Nr. 1/1).

[207] BGBl. II S. 885 (Auszug bei Kloepfer Nr. 1/2).

rakter besitzen[208], sowie dadurch, dass der Umweltschutz mit der Einführung des Art. 20a in das Grundgesetz im Jahr 1994[209] zu einem Wert mit Verfassungsrang erhoben worden ist[210].

Freilich können die Prinzipien nicht konkrete gesetzliche Normen derogieren oder den staatlichen Organen ungeschriebene Handlungsbefugnisse verleihen. Sie fließen jedoch ein in die Konzeption neuer Umweltgesetze; insoweit ist auch von einer „Selbstverpflichtung des Gesetzgebers" gesprochen worden[211]. Darüber hinaus erlangen sie Bedeutung bei der Auslegung von Gesetzen sowie als Abwägungskriterien auf der Ebene des Gesetzesvollzugs. Schließlich ist der Gesetzgeber verfassungsrechtlich verpflichtet, die von Art. 20a GG geschützten Prinzipien hinreichend zu berücksichtigen. Ein Verstoß gegen diese Pflicht würde allerdings ein evidentes gesetzgeberisches Unterlassen voraussetzen; dies ist angesichts der dichten umweltrechtlichen Normierung gegenwärtig kaum denkbar.

3.3 Bedeutung des europäischen Rechts

Das europäische Recht gewinnt auch für Fragen des allgemeinen Umweltrechts zunehmend an Bedeutung. Weite Teile des Umweltrechts werden heute durch europäische Richtlinien vorgegeben oder unmittelbar durch europäische Verordnungen geregelt.[212] Auch im Bereich des Lärmschutzes gelten zahlreiche europäische Rechtsakte. Als aktuelles Beispiel sei hier auf die Umgebungslärmrichtlinie hingewiesen.[213] Die umweltrechtlichen Prinzipien des Gemeinschaftsrechts fließen daher in erheblichem Maße in den Bereich des Lärmschutzes ein.

Der Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft strebt im Bereich der Umweltpolitik gemäß Art. 174 Abs. 2 UA 1 S. 1 EGV ein „hohes

---

[208] Scheuing, in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 129 (133) unter Hinweis auf die Rechtsprechung des EuGH; ferner Jahns-Böhm, in: Schwarze (Hg.), EU-Kommentar, 2000, Art. 174 EGV Rn. 17; Schröder M (2003), Umweltschutz als Gemeinschaftsziel und Grundsätze des Umweltschutzes. In: Rengeling (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. I, 2. Aufl., Heymanns, Köln, Rn. 16; Frenz, Europäisches Umweltrecht, 1997, Rn. 138; differenzierend Winter, ZUR 2003, 137 ff.

[209] Durch das Gesetz vom 27. Oktober 1994, BGBl. I S. 3146.

[210] Vgl. hierzu Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 3 Rn. 5 ff.; dens., in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 745 (749 ff.); dens., in: Dolzer/Vogel/Graßhof (Hg.), Bonner Kommentar zum Grundgesetz (Stand: Oktober 1996), Art. 20a GG; Westphal, JuS 2000, 339 ff.; Kotulla, KJ 2000, 22 ff.; Schink, DÖV 1997, 221 ff.; Bernsdorff, NuR 1997, 328 ff.; Kloepfer, DVBl. 1996, 73 ff.

[211] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 6.

[212] Vgl. dazu F 5.2.

[213] Vgl. Abschnitt G.

Schutzniveau“ an[214]. Die gemeinschaftliche Umweltpolitik beruht auf den Grundsätzen der Vorsorge und Vorbeugung, auf dem Grundsatz, Umweltbeeinträchtigungen mit Vorrang an ihrem Ursprung zu bekämpfen, sowie auf dem Verursacherprinzip (Art. 174 Abs. 2 UA 1 S. 2 EGV)[215]. Als weitere gemeinschaftliche Umweltprinzipien mit Bedeutung für den Lärmschutz lassen sich die Erhaltung und Verbesserung der Umweltqualität sowie der Schutz der menschlichen Gesundheit anführen (Art. 174 Abs. 1 EGV)[216]. Diese Prinzipien binden die Gemeinschaftsorgane und prägen das EG-Recht, welches wiederum das Recht der Mitgliedstaaten beeinflusst.

3.4 Vorsorgeprinzip

3.4.1 Begriff des Vorsorgeprinzips

Über den genauen Inhalt des Vorsorgeprinzips besteht bis heute keine Klarheit; die Pflicht zur Vorsorge wird von verschiedenen gesetzlichen Regelungen aufgegriffen, ohne dass diese freilich den Begriff der Vorsorge definieren oder in seiner vollen Bedeutungstiefe umfassen würden. Neben der – für den Lärmschutz weniger relevanten – Ressourcenvorsorge geht es jedenfalls darum, Umweltgefahren und -schäden möglichst zu vermeiden und gar nicht erst zum Entstehen kommen zu lassen[217]. Damit ist ein klassischer Aspekt des Vorsorgeprinzips maßgeblich immer noch die ordnungsrechtlich verankerte Risikovorsorge. Daneben werden allerdings verstärkt auch ökonomische Instrumente als Anreiz zur Vorsorge diskutiert[218]. Insgesamt haben indirekte Instrumente, z.B. Steuern, eine große Bedeutung für das Vorsorgeprinzip[219].

Die Vorsorge ist jedoch mit der Gefahrenabwehr nicht identisch. Sie setzt vielmehr bereits unterhalb der Gefahrenschwelle ein, um die Verwirklichung der Gefahr schon im Vorfeld effektiv zu vermeiden; verlangt wird ein „ausreichender Sicherheitsabstand von der Schädlichkeitsschwelle“[220]. Insoweit unterfällt nach dem deutschen Immissionsschutzrecht die Gefahrenabwehr

---

[214] Vgl. Kahl, in: Streinz (Hg.), Vertrag über die Europäische Union und Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft, Kommentar, 2003, Art. 174 EGV Rn. 56 ff.; Jahns-Böhm, in: Schwarze (Hg.), EU-Kommentar, 2000, Art. 174 EGV Rn. 14 ff.

[215] Vgl. Kahl, in: Streinz (Hg.), Vertrag über die Europäische Union und Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft, Kommentar, 2003, Art. 174 EGV Rn. 64 ff.; Jahns-Böhm, in: Schwarze (Hg.), EU-Kommentar, 2000, Art. 174 EGV Rn. 17 ff.

[216] Hierzu Winter, ZUR 2003, 137 ff. (137).

[217] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 12 m.w.N.; vgl. auch BVerwGE 69, 37 (42); Jarass, Bundes-Immissionsschutzgesetz, 5. Aufl. 2002, § 5 BImSchG Rn. 5; Koch/Siebel-Huffmann, NVwZ 2001, 1081 ff. (1084 f.).

[218] Vgl. Kutscheidt, in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 437 (440); Lübbe-Wolff, NVwZ 2001, 481 ff. (485 ff.). S. auch Abschnitt E.2.4.4.

[219] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 2.

[220] Kutscheidt, in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 437 (440).

dem Schutzprinzip, die Risikovorsorge dagegen dem Vorsorgeprinzip. Es gibt aber fließende Übergänge, was schon dadurch klar wird, dass der Risikobegriff der weitere Begriff ist und die Gefahr als das nicht mehr akzeptierte Risiko bezeichnet wird.[221] Vom Vorsorgeprinzip umfasst werden mithin insbesondere (zeitlich und räumlich) entfernte „Gefahren" (d.h. nach hiesigem Systemgebrauch: Risiken), Fälle geringer Eintrittswahrscheinlichkeit bis hin zum bloßen Gefahrenverdacht oder zur bloßen Risikovorsorge sowie Umweltbelastungen, die für sich genommen ungefährlich, insgesamt (inkremental) jedoch schädlich und technisch vermeidbar sind[222]. Schließlich kann Vorsorge (als Ressourcenvorsorge) auch dazu dienen, noch unbelastete Freiräume zu erhalten, um besonders immissionsempfindliche Nutzungen oder spätere Ansiedlungen zu ermöglichen[223].

3.4.2 Gesetzliche Grundlagen

Zunächst beruht die europäische Umweltpolitik gemäß Art. 174 Abs. 2 UA 1 S. 2 EGV u.a. auf den „Grundsätzen der Vorsorge und Vorbeugung". Die Einzelermächtigung des Art. 175 EGV befugt die Organe der Gemeinschaft, die Ziele des Art. 174 EGV in konkrete Maßnahmen umzusetzen.

Auch das innerstaatliche Bundes-Immissionsschutzgesetz verfolgt gemäß § 1 Abs. 1 BImSchG u.a. den Zweck, dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen – also auch Geräuschen (§ 3 Abs. 2 BImSchG) – vorzubeugen. Nach § 1 Abs. 2 BImSchG dient das Gesetz im Bereich genehmigungsbedürftiger Anlagen darüber hinaus u.a. der integrierten Vermeidung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen sowie dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden. Die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen sind gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG verpflichtet, Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen zu treffen[224]. Die Erfüllung dieser Pflicht ist Genehmigungsvoraussetzung für die Errichtung und den Betrieb der Anlage (§ 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG). Auch die Bauartzulassung einer Anlage oder von Teilen einer Anlage bezweckt gemäß § 33 Abs. 1 BImSchG neben dem Schutz auch die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen. Ausdruck des Vorsorgeprinzips sind auch die Lärmschutzregelungen für Straßen- und Schienenwege in den §§ 41–43, 50 BImSchG, die an späterer Stelle ausführlich dargestellt werden.[225]

---

[221] Vgl. dazu Abschnitt E.2.2.4.
[222] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 18 m.w.N.
[223] Kutscheidt, in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 437 (440).
[224] Vgl. bereits Rid, Die Vorsorgepflicht bei genehmigungsbedürftigen Anlagen im Bundes-Immissionsschutzgesetz, 1985.
[225] Vgl. Abschnitt F.5.4.3.1.

Ferner dient die Umweltverträglichkeitsprüfung der Vorsorge, indem die Auswirkungen von Vorhaben auf die Umwelt frühzeitig und umfassend beurteilt und bei der behördlichen Entscheidung über die Zulässigkeit berücksichtigt werden (vgl. § 1 UVPG[226]). Hierzu gehören auch Auswirkungen auf Menschen (§ 2 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 UVPG), etwa durch Lärm. Damit fließt das Vorsorgeprinzip nach Maßgabe der Anlage 1 zu § 3 Abs. 1 UVPG in die Beurteilung aller bedeutsamen öffentlichen oder privaten Vorhaben ein, z.B. bei Errichtung, Betrieb oder Änderung von Industrieanlagen, Flugplätzen, Schienenwegen oder Straßen.

Bereits bei der Aufstellung von Bebauungsplänen ist gemäß § 2 Abs. 4 BauGB für die Belange des Umweltschutzes eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Dabei sind die Belange in § 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB nicht abschließend aufgeführt.[227] Die so ermittelten Umweltschutzbelange sind zu bewerten und in die planerische Abwägung einzustellen, §§ 2 Abs. 3, 1 Abs. 7 BauGB.

Im Übrigen konkretisiert sich das Vorsorgeprinzip in generellen Standards, die sich am jeweiligen Stand der Technik orientieren und damit das mit der Emission verbundene Risiko im Rahmen des Möglichen minimieren. Im Bereich des Lärmschutzes (freilich nur verwaltungsintern bindend) ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)[228] von besonderer Bedeutung, hinzu kommen Rechtsverordnungen für verschiedene Lärmbereiche. Diese Standards beruhen oftmals auf den teils detaillierten Vorgaben der einschlägigen EG-Richtlinien[229].

3.4.3 Auswirkungen des Vorsorgeprinzips auf den Lärmschutz

Das Vorsorgeprinzip wirkt sich auf den Lärmschutz zunächst in der Weise aus, dass die Lärmvermeidung Vorrang vor der Lärmminderung hat[230]. In planungsrechtlichen Verfahren sind bereits bei der Standortauswahl oder bei

---

[226] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung i.d.F. der Bekanntmachung vom 5. September 2001, BGBl. I S. 2351, zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. Juni 2002, BGBl. I S. 1914; Kloepfer Nr. 20. Zur strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung s. Abschnitt E3.7.2.

[227] Battis/Krautzberger/Löhr (2002) BauGB, 8. Aufl., § 1 Rn. 48.

[228] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26. August 1998, GMBl. S. 503 (Kloepfer Nr. 606); hierzu Hansmann, ZUR 2002, 207 ff.; Müller C (2001), Die TA-Lärm als Rechtsproblem, Berlin, Duncker & Humblot.

[229] Vgl. etwa die Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen, ABl. EG Nr. L 162 v. 3. Juli 2000, S. 1, die auf 78 Seiten im Amtsblatt (mit Anhängen) exakte Vorgaben macht.

[230] Vgl. auch das Konzept des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, wonach Abfälle in erster Linie zu vermeiden, in zweiter Linie zu verwerten und nur im Übrigen zu beseitigen sind (§§ 4 Abs. 1, 10 Abs. 1 KrW-AbfG; vgl. § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG).

der Linienführung (z.B. Straßen-, Schienenbau, Einflugschneisen) mögliche spätere Lärmemissionen zu berücksichtigen[231]. Im Genehmigungsverfahren für ein konkretes Vorhaben können ferner durch Auflagen lärmverursachende Aktivitäten von vornherein eingeschränkt oder abgedämmt werden; allerdings muss sich die Entscheidung im Rahmen des von dem jeweiligen Fachgesetz zur Verfügung gestellten Instrumentariums bewegen. Die Übergänge zur Lärmminderung sind fließend; nachrangig sind jedenfalls Schutzvorkehrungen gegen bereits vorhandene Lärmquellen, die an verschiedenen Stellen zwischen Lärmquelle und Lärmempfänger ansetzen können (z.B. Schallschutzwände, Lärmschutzverglasung). Bei der Entwicklung lärmverursachender Produkte führt das Vorsorgeprinzip zu einer entsprechenden Vorverlagerung des Lärmschutzes; so sind die Lärmemissionen bereits in der Konzeptphase sowie in der anschließenden Konstruktionsphase eines Produkts zu berücksichtigen.

Der Ansatz des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm, nach dem der Lärmkonflikt vorsorglich durch Bauverbote und damit durch ein räumliches Fernhalten der potentiell *Beeinträchtigten* gelöst wird, § 5 FluglSchG, dürfte allerdings auf spezielle Tätigkeitsbereiche begrenzt sein. Im Regelfall geht es vielmehr darum, die gegenläufigen Interessen beider Seiten zu einem möglichst schonenden Ausgleich zu bringen.[232] Das Vorsorgeprinzip kann sich schließlich – wie erwähnt – auch in ökonomischen Anreizen niederschlagen, etwa durch steuerliche Begünstigung oder Subventionierung lärmarmer Technologie oder durch abgabenrechtliche Belastung von Lärmverursachern, z.B. Staffelung der Landegebühren nach Lärmkriterien. Einen ökonomischen und damit vorsorgenden Effekt hat z.B. auch § 4 Abs. 1 i.V.m. § 1 der Landeplatz-Lärmschutz-Verordnung, wonach die zeitlichen Einschränkungen für Starts und Landungen nicht für bestimmte Luftfahrzeuge gelten, die erhöhten Schallschutzanforderungen entsprechen.

Neben der zeitlichen Dimension (Zukunftsbezug) entfaltet das Vorsorgeprinzip so auch eine Tiefendimension, da der vorsorgende Lärmschutz zu einem integrierten Bestandteil in der gesamten Entwicklungsphase eines Vorhabens oder Produkts wird[233]. Das Vorsorgeprinzip rückt damit in die Nähe des Integrationsprinzips.[234] Ein erhebliches Gewicht gewinnt es zudem durch die Verpflichtung, den jeweiligen Stand der Technik zu berücksichtigen (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG), etwa nach Maßgabe der TA-Lärm.

---

[231] Vgl. bereits Hoppe, VVDStRL 38 (1980), 211 (228 ff.): Planung als Ausdruck des Vorsorgeprinzips.
[232] Vgl. dazu E.3.11.
[233] Vgl. bereits Mayer-Tasch, NuR 1991, 153 (155); Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 13.
[234] Siehe dazu E.3.7.

3.5 Verursacherprinzip

3.5.1 Begriff des Verursacherprinzips

Das Verursacherprinzip besagt im Grundsatz, dass der Verantwortliche (und nicht etwa die Allgemeinheit) die Folgen einer Umweltbeeinträchtigung zu tragen hat (the polluter shall pay-principle)[235]. Angesichts komplexer Kausalketten gerade im Umweltbereich stellt sich dies allerdings schwieriger dar, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Die Verantwortlichkeit kann sich über mehrere Kausalstufen erstrecken oder erst durch multikausales Zusammenwirken zu einer Beeinträchtigung führen. Die konkrete Heranziehung eines bestimmten Verursachers ist daher mitunter eine politische Entscheidung, die sich nicht deduktiv aus dem Verursacherprinzip ableiten lässt. Hierbei hat der Gesetzgeber etwa zu berücksichtigen, wie eine möglichst hohe Umweltqualität erreicht werden kann, welche Lösung als wirtschaftlich und verwaltungstechnisch günstig erscheint, ob die Auswahl für die Betroffenen zumutbar ist, welche rechtlichen Schranken im Einzelfall bestehen und wie hoch die politischen Durchsetzungschancen sind[236]. Das Verständnis des Verursacherprinzips als materielles Zurechnungsprinzip kann hierbei hilfreich sein, führt jedoch nicht notwendig zu einem zusätzlichen Erkenntnisgewinn. Im Gesetzesvollzug kann jedenfalls das bestehende Instrumentarium nicht unter Hinweis hierauf umgangen werden. Allerdings können normative Gesichtspunkte etwa bei der Ermessensentscheidung hinsichtlich der ordnungsrechtlichen „Störerauswahl“ einfließen.

Im Übrigen betrifft das Verursacherprinzip nicht nur die Kostentragungspflicht; unter Einbeziehung des Vorsorgeprinzips ist der Verursacher vielmehr vorrangig bereits zur Vermeidung verpflichtet. Zur Durchsetzung sind ordnungsrechtliche Verbote und Auflagen, aber auch Ansprüche von Dritten auf ordnungsrechtliches Einschreiten sowie zivilrechtliche Unterlassungsansprüche denkbar. Schließlich kommen wiederum ökonomische Instrumente in Betracht.

3.5.2 Gesetzliche Grundlagen

Die europäische Umweltpolitik beruht gemäß Art. 174 Abs. 2 UA 1 S. 2 EGV u.a. auf dem Verursacherprinzip. Auch das Bundes-Immissionsschutzgesetz richtet sich mit seinen Pflichten in erster Linie an die „Betreiber“ von Anlagen (§ 5 BImSchG). Ordnungsrechtliche Vorschriften knüpfen regelmäßig vorrangig an den jeweiligen „Verursacher“ an und ermöglichen Maßnahmen, um die von ihm drohende oder bereits eingetretene Beeinträchtigung zu verhindern.

---

[235] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 42; vgl. ferner Helberg, in: Koch (Hg.), Umweltrecht, 2002, § 3 Rn. 15; Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, 2. Aufl. 2000, § 1 Rn. 144.

[236] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 47a m.w.N.

Im Verkehrsbereich kann sich das gesetzliche Instrumentarium sowohl an den Betreiber der Infrastruktur als auch an den individuellen Verkehrsteilnehmer richten. So trägt etwa der „Flugplatzhalter" nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 die Aufwendungen für bauliche Schallschutzmaßnahmen (§ 12 Abs. 1 i.V.m. § 9 FluglSchG); an die Verkehrsteilnehmer selbst richten sich die in der Landeplatz-Lärmschutz-Verordnung vom 5. Januar 1999[237] enthaltenen Verbote für Starts und Landungen zu bestimmten Tageszeiten.

Nach dem Umwelthaftungsgesetz vom 10. Dezember 1990[238] ist der Inhaber einer Anlage verpflichtet, den durch eine Umwelteinwirkung – auch durch Geräusche – entstehenden Schaden zu ersetzen (§§ 1, 3 Abs. 1 UmweltHG). Dies setzt allerdings eine Verletzung der Gesundheit voraus. Zudem stellt sich bei Langzeitschäden die Frage der Kausalität, die freilich durch die Ursachenvermutung des § 6 UmweltHG erleichtert wird.

3.5.3 Auswirkungen des Verursacherprinzips auf den Lärmschutz

Nach dem Verursacherprinzip ist in erster Linie derjenige für Lärm verantwortlich, der ihn verursacht. Er muss die Folgekosten tragen und künftigen Lärm möglichst vermeiden. Die Frage nach dem konkreten Verursacher und nach der Reichweite seiner Pflicht wirft allerdings auch im Bereich des Lärmschutzes schwierige Fragen auf. Das hängt damit zusammen, dass häufig viele Verursacher vorhanden sind, weil vor allem technisch bedingter Lärm häufig auf langen Kausalketten beruht. So kommt als Verursacher etwa der Konstrukteur, Hersteller, Zwischenhändler oder tatsächliche Benutzer eines lärmverursachenden Produkts in Betracht; als Verursacher lässt sich daneben auch der „Betreiber" der Infrastruktur ansehen, die für den Betrieb des Produkts erforderlich ist (z.B. Flughäfen, Straßen, Schienenanlagen). Ferner stellt sich die Frage nach dem ausreichenden Verursachungsbeitrag im Fall multikausalen Zusammenwirkens, etwa bei der Addition von Lärmquellen oder bei Dauerbelastungen von Anwohnern.

Schließlich kann das Verursacherprinzip nicht unbegrenzt gelten. Als Ausdruck materieller Gerechtigkeit (Lasten- und Verteilungsgerechtigkeit)[239] nimmt es zwar eine starke Stellung ein; der normativ-sozialethische Ansatz, wonach alle Umweltfolgen in die Kostenrechnung des Verursachers aufzunehmen sind, stößt jedoch auf eine Grenze, jenseits derer eine Kostentragung durch die Allgemeinheit (Gemeinlastprinzip) angemessener und auch politisch durchsetzbarer erscheint. Diese Grenze ist allerdings fließend und muss daher durch den Gesetzgeber festgelegt werden. So kommt zwar in Betracht, die Kos-

---

[237] BGBl. I S. 35 (Kloepfer Nr. 808).

[238] BGBl. I S. 2634, geändert durch Gesetz vom 19. Juli 2002, BGBl. I S. 2674.

[239] Vgl. Kloepfer/Gethmann/Reinert, Verteilungsgerechtigkeit im Umweltstaat, 1995; Kloepfer/Reinert, Die Umweltfrage als Verteilungsproblem in rechtlicher Hinsicht, ZfU 1995, 273 ff.

ten für den Lärmschutz z.B. im Eisenbahn- oder Luftverkehrsbereich den Betreibern von Schienenanlagen oder Flughäfen aufzuerlegen; hinsichtlich der Verkehrsteilnehmer selbst (Umlage der Kosten auf den Benzinpreis oder die Fahrkarte) erscheint dies jedoch wesentlich schwieriger, wie jüngst in anderen Zusammenhängen die Ökosteuer[240] und die Lkw-Maut gezeigt haben. Zudem kann der Kausalbeitrag dieser Personen im Hinblick auf einen konkreten Lärmempfänger, etwa einen Anwohner, zweifelhaft sein. Insoweit liegt eher ein Fall des Gruppenlastprinzips („kollektives Verursacherprinzip")[241] und damit einer – verfassungsrechtlich umstrittenen – Sonderabgabe[242] vor.

Auf der anderen Seite kann die Inanspruchnahme der Betreiber letztlich zu einem schleichenden Eindringen des Gemeinlastprinzips führen (Verantwortung und Kostentragung durch die Allgemeinheit), da viele Infrastruktureinrichtungen (z.B. Straßen, Wasserstraßen) unmittelbar durch den Staat betrieben werden oder sich indirekt – im Wege von Aktienbeteiligungen – im Eigentum der öffentlichen Hand befinden (z.B. Flughäfen[243], Bahnanlagen).

Auch die Entfernung zwischen dem Verursachungsbeitrag und den Folgeschäden kann gegen eine Inanspruchnahme des Verursachers sprechen. So ist ungewiss, ob er auch für Behandlungskosten infolge langfristiger Lärmbelästigungen (z.B. Schlafstörungen) aufkommen sollte. Zudem stellt sich hier verstärkt die Frage der Kausalität; trotz der möglicherweise bestehenden Gefahr eines Anstiegs des Herzinfarktrisikos für Anwohner lauter Straßen werden sich die Kosten für die spätere Herzbehandlung kaum auf einen konkreten Verursacher abwälzen lassen und sind im übrigen auch nach dem Stand der medizinischen Lärmwirkungsforschung nicht unzweifelhaft belegt.

3.6 Kooperationsprinzip

3.6.1 Begriff des Kooperationsprinzips

Nach dem Kooperationsprinzip ist Umweltschutz grundsätzlich eine gemeinsame Aufgabe von Staat und Gesellschaft, zu deren Bewältigung alle beteiligten Kräfte zusammenwirken müssen[244]. Dies stellt in einem demokratischen

---

[240] Hierzu Bareis/Elser, DVBl. 2000, 1176 ff.; Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 275 ff; Siehe auch Abschnitt 2.4.4.

[241] Sparwasser/Engel/Voßkuhle, Umweltrecht, 5. Aufl. 2003, § 2 Rn. 36; Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 55.

[242] Vgl. BVerfGE 93, 319 („Wasserpfennig"); Murswiek, NuR 1994, 170 ff.; Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 252 ff.

[243] So beträgt die staatliche Beteiligung am Flughafen Düsseldorf 50 %; Flughafen Hamburg 40 %; Flughafen Hannover 30 %; Flughafen Frankfurt a.M. 29 % (allerdings ist die tatsächliche Beteiligung in Frankfurt wegen der indirekten Beteiligung über die Fraport AG größer); Angaben aus Franke, Lärmgrenzwerte für die Planung von Verkehrsflughäfen, 2003, S. 160 mit Fußn. 120.

[244] Vgl. Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 56 ff.; Helberg, in: Koch (Hg.), Umweltrecht, 2002, § 3 Rn. 16; Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, 2. Aufl. 2000, § 1 Rn. 151; Westphal, DÖV 2000, 996 ff.; kritisch Jaeschke, NVwZ 2003, 563 ff.; Koch, NuR 2001, 541 ff.; Murswiek, ZUR 2001, 7 ff.

Rechtsstaat an sich keine Besonderheit dar[245], hat jedoch gerade in Deutschland spezifische umweltrechtliche Ausprägungen erfahren[246]. Dabei sind zwei Komponenten zu unterscheiden: die Verantwortungs- und Aufgabenverteilung zwischen Staat und Gesellschaft sowie die kooperative Aufgabenwahrnehmung durch den Staat. Die Kooperation kann bereits in der Phase der Normvorbereitung, aber auch der Normvermeidung (normersetzende Kooperation), jedoch auch erst im Rahmen des Gesetzesvollzugs (normvollziehende Kooperation)[247] einsetzen. Typisch sind hier etwa Selbstbeschränkungsabkommen. Insgesamt stehen dem Kooperationsprinzip Planungs- und Verteilungsinstrumente näher als hoheitliche Eingriffe[248]. Hinzu kommt die private Verantwortung für den Umweltschutz, insbesondere durch die – wenn auch gesetzlich angeordnete – Bestellung von Umweltbeauftragten[249]. Darüber hinaus hat das Bundesverfassungsgericht neuerdings dem Abfall- und Immissionsschutzrecht ein Gebot der „normausfüllenden Kooperation" entnommen; dem Landesgesetzgeber ist es demnach in diesen Bereichen verwehrt, einseitig mit Mitteln des Ordnungs- oder Abgabenrechts verhaltenslenkend vorzugehen[250].

3.6.2 Kooperationsprinzip im Bereich des Lärmschutzes

Das seit den Staatsverträgen von 1990 ausdrücklich gesetzlich verankerte Kooperationsprinzip setzt im Immissionsschutzrecht bereits auf der Ebene des Normerlasses an, da die „beteiligten Kreise" – darunter auch die „Betroffenen" – vor dem Erlass von Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften anzuhören sind (vgl. § 51 BImSchG). In dieser frühen Phase ist der Begriff der Betroffenen allerdings naturgemäß noch recht abstrakt; in Betracht kommen etwa Umweltschutz- und Verbraucherverbände sowie Bürgerinitiativen[251], in denen sich die Interessen von potentiell durch Lärm betroffenen Personengruppen bündeln.

Nach § 53 BImSchG sind die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen von einer gewissen Art oder Größe verpflichtet, einen Betriebsbeauftragten für Immissionsschutz zu bestellen. Diese Pflicht besteht auch im Hinblick auf

---

[245] Vgl. H. Bauer, in: Schuppert (Hg.), Jenseits von Privatisierung und „schlankem" Staat, 1999, S. 251 ff., 252 f.

[246] Vgl. Trute, in: Hendler/Marburger/Reinhardt/Schröder (Hg.), Rückzug des Ordnungsrechtes im Umweltschutz (UTR Bd. 48), 1999, 13 ff.

[247] Vgl. Song, Kooperatives Verwaltungshandeln durch Absprachen und Verträge beim Vollzug des Immissionsschutzrechts, 2000; kritisch allerdings Murswiek, ZUR 2001, 7 (11); Lübbe-Wolff, NuR 1989, 295 (302).

[248] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 2.

[249] Vgl. ausführlich Franzius, Die Herausbildung der Instrumente indirekter Verhaltenssteuerung im Umweltrecht der BRD, 2000, S. 185 ff., 200 ff.; Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 422 ff.

[250] BVerfGE 98, 106; 98, 83; hierzu kritisch etwa Jarass, UPR 2001, 5 ff.; Voßkuhle, ZUR 2001, 23 (27 f.); Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 64 m.w.N.; Franzius, AöR 126 (2001), 403 (414 ff.).

[251] Jarass, Bundes-Immissionsschutzgesetz, 6. Aufl. 2005, § 51 BImSchG Rn. 2.

die Eignung der Erzeugnisse, bei bestimmungsgemäßer Verwendung schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorzurufen (§ 53 Abs. 1 S. 1 Nr. 3 BImSchG). Die Voraussetzungen für die Bestellungspflicht werden durch die Fünfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 30. Juli 1993 (Verordnung über Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte – 5. BImSchV)[252] konkretisiert. Der Betriebsbeauftragte hat eine Beratungs- und Mitwirkungsfunktion, allerdings auch Kontroll- und Messpflichten (§ 54 BImSchG). Schließlich trägt auch das Betriebsverfassungsrecht zunehmend zum betrieblichen Umweltschutz bei, insbesondere durch das Gesetz zur Reform des Betriebsverfassungsgesetzes (BetrVerfReformG) vom 23. Juli 2001[253].

Von zunehmender Bedeutung ist darüber hinaus das europarechtlich eingeführte Verfahren des Umwelt-Audit[254]. Es wird in der unmittelbar geltenden EG-Umwelt-Audit-Verordnung 761/2001/EG[255] (EMAS II) geregelt und durch das Umwelt-Audit-Gesetz (UAG)[256] näher ausgestaltet. Danach können sich Unternehmen und andere Organisationen auditieren lassen; die bei der Umweltprüfung zu berücksichtigenden Umweltaspekte umfassen auch Lärm als „lokales Phänomen" (Anlage VI Nr. 6.2 lit. f zu EMAS II). Im Anschluss muss die Organisation ein „Umweltmanagementsystem" einrichten, das nach Maßgabe der in Anlage I genannten detaillierten Anforderungen eine umfassende Berücksichtigung der Umweltaspekte gewährleistet. Regelmäßige Überprüfungen und Berichtspflichten vervollständigen das Umwelt-Audit. Im Gegenzug wird die Organisation zertifiziert und in ein Register eingetragen. Es genießt auf dieser Grundlage zahlreiche Vergünstigungen, unterliegt etwa einer reduzierten ordnungsrechtlichen Überwachung (§ 58e BImSchG) und ist zur (werbewirksamen) Führung des EMAS-Zeichens nach Art. 8 i.V.m. Anlage IV zu EMAS II befugt.

Das Kooperationsprinzip schlägt sich nicht zuletzt in Umweltabsprachen nieder, also in öffentlich-rechtlichen oder privatrechtlichen Verträgen sowie

---

[252] BGBl. I S. 1433, zuletzt geändert durch Gesetz vom 9. September 2001, BGBl. I S. 2331, ber. BGBl. 2002 I S. 615 (Kloepfer Nr. 634).

[253] BGBl. I S. 1852, Neufassung S. 2518; hierzu Wiese, BB 2002, 674 ff.

[254] Vgl. Kämmerer, Die Umsetzung des Umwelt-Audit-Rechts, 2001; Ewer W (2003) Ökoaudit. In: Rengeling (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. I, 2. Aufl., Heymanns, Köln; Horneffer, ZUR 2001, 301 ff.; Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 444 ff.

[255] Verordnung 761/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS) vom 19. März 2001, ABl. EG Nr. L 114 vom 24. April 2001, S. 1 (Kloepfer Nr. 90/1). EMAS steht für „Eco-Management and Audit Scheme".

[256] Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EWG) Nr. 1836/93 des Rates vom 29. Juni 1993 über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung vom 7. Dezember 1995, BGBl. I S. 1591, zuletzt geändert durch Gesetz vom 27. April 2002, BGBl. I S. 1467 (Kloepfer Nr. 90).

in unverbindlichen Absprachen[257]. Öffentlich-rechtliche Verträge sind jedoch gerade in den – für den Lärmschutz besonders relevanten – Bereichen förmlicher Verwaltungsverfahren problematisch. So wäre etwa vor dem Abschluss des Genehmigungsverfahrens für eine genehmigungspflichtige Anlage (§ 10 BImSchG) eine verbindliche Zusicherung rechtswidrig[258].

3.7 Integrationsprinzip

3.7.1 Begriff des Integrationsprinzips

Das Integrationsprinzip ist bisher vornehmlich europarechtlich verwirklicht worden. Es zielt allgemein auf eine medien- und sektorenübergreifende Bewertung der Auswirkungen umweltbelastender Vorhaben und Stoffe[259] und nimmt damit ohne Rücksicht auf Belastungspfade oder Umweltmedien gleichsam ganzheitlich die Umwelt in den Blick[260].

3.7.2 Integrationsprinzip im Bereich des Lärmschutzes

Besondere Ausprägungen hat dieses medienbezogene Integrationsprinzip in der UVP-Richtlinie[261] und in der IVU-Richtlinie[262] gefunden. Die Umweltverträglichkeitsprüfung wird durch die Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP) für Pläne und Programme nach Maßgabe der SUP-Richtlinie[263] ergänzt; dies führt zu einer weiteren Vorverlagerung des integrativen Ansatzes. Die IVU-Richtlinie verfolgt den Zweck, Emissionen in Wasser, Luft und Boden unter Einsatz der besten verfügbaren Techniken so weit wie mög-

---

[257] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 5 Rn. 483; vgl. ferner Beyer, Der öffentlich-rechtliche Vertrag, informales Handeln der Behörden und Selbstverpflichtung Privater als Instrumente des Umweltschutzes, 1986.

[258] Jarass, Bundes-Immissionsschutzgesetz, 5. Aufl. 2002, § 10 BImSchG Rn. 21.

[259] Vgl. Schröder, NuR 2000, 481 ff.; Volkmann, VerwArch 89 (1998), 363 (366).

[260] Einen anderen Ansatz verfolgt die Querschnittsklausel des Art. 6 EGV, wonach die Erfordernisse des Umweltschutzes bei der Festlegung und Durchführung der Gemeinschaftspolitiken einbezogen werden. Der Umweltschutz wirkt demnach „integriert“ in alle Bereiche des Gemeinschaftsrechts hinein. Vgl. hierzu Schröder M (2003) Umweltschutz als Gemeinschaftsziel und Grundsätze des Umweltschutzes. In: Rengeling (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. I, 2. Aufl., Heymanns, Köln, Rn. 23 ff.; Jahns-Böhm, in: Schwarze (Hg.), EU-Kommentar, 2000, Art. 6 EGV Rn. 9 ff.

[261] Richtlinie 87/337/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, ABl. EG Nr. L 175 vom 05. Juli 1985, S. 40 (Kloepfer Nr. 20/1).

[262] Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung des Umweltverschmutzung, ABl. EG Nr. L 257 vom 10. Oktober 1996, S. 26.

[263] Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme, ABl. EG Nr. L 197 vom 21. Juli 2001, S. 30; vgl. hierzu die Beiträge in Hendler/Marburger/Reinhardt/Schröder (Hg.), Die strategische Umweltprüfung (sog. Plan-UVP) als neues Instrument des Umweltrechts (UTR Bd. 76), 2004.

lich zu vermeiden und, wo dies nicht möglich ist, zu vermindern, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen. Hierzu werden integrative Emissionsgrenzwerte festgesetzt; als Emission gilt gemäß Art. 2 Nr. 5 der Richtlinie auch Lärm. Die Umsetzung ist im Rahmen eines Artikelgesetzes[264] erfolgt, das die Vorgaben u.a. in das Bundes-Immissionsschutzgesetz eingearbeitet hat[265]. Nach § 1 Abs. 2 BImSchG dient dieses Gesetz nunmehr auch der „integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen (...), um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen". Auch in § 5 Abs. 1 BImSchG kommt dies zum Ausdruck, wonach die Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen der „Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt" dienen[266].

Eine integrative Wirkung hat ferner das gemeinschaftliche Umweltzeichen auf Grund der Umweltzeichen-Verordnung[267], weil sie an der Umweltfreundlichkeit insgesamt ansetzt. Nach Anhang I zu dieser Verordnung ist bei der Bewertung eines Produkts ausdrücklich auch der Umweltaspekt „Lärm" zu berücksichtigen. Dies gilt im Übrigen auch für die Zertifizierung einer Organisation nach Maßgabe der EG-Umwelt-Audit-Verordnung (EMAS II)[268]. Denn die Anforderungen des EMAS-Systems führen zu einer umfassenden Berücksichtigung der Umweltaspekte (darunter auch Lärm) in der Organisation.

3.8 Prinzip der Umweltgerechtigkeit?

Das Prinzip der Umweltgerechtigkeit („Environmental Justice")[269] ist in Deutschland noch kaum diskutiert worden. In den USA wurde dieses Prinzip im Zuge der Bürgerrechtsbewegung seit den 80er Jahren zunächst als politische Forderung formuliert. Es hat sich seither zunehmend zu einem rechtlichen Gesichtspunkt verdichtet und seit 1994 Eingang in das amerikanische Bundesrecht gefunden. Insbesondere geht es um Gerechtigkeits-

---

[264] Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz vom 27. Juli 2001, BGBl. I S. 1950.

[265] Vgl. hierzu ausführlich Sellner, in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 401 ff.; Koch/Siebel-Huffmann, NVwZ 2001, 1081 ff.; ferner Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 14 Rn. 27.

[266] Vgl. Jarass, Bundes-Immissionsschutzgesetz, 5. Aufl. 2002, § 5 BImSchG Rn. 5; Sellner, in: Dolde (Hg.), Umweltrecht im Wandel, 2001, S. 401 ff. (414).

[267] Verordnung 1980/2000/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juli 2000 zur Revision des gemeinschaftlichen Systems zur Vergabe eines Umweltzeichens, ABl. EG Nr. L 237 vom 21. September 2000, S. 1.

[268] Siehe hierzu oben bei FN. 262.

[269] Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 4 Rn. 5; ders., DVBl. 2000, 750 ff.; vgl. auch Bosselmann/Schröter, Umwelt und Gerechtigkeit, 2001; Bosselmann/Richardson (Hg.), Environmental Justice and Market Mechanisms, 1999; Gethmann/Kloepfer/Reinert, Verteilungsgerechtigkeit im Umweltstaat, 1995.

aspekte bei der Verteilung von Umweltgütern („Equal Access"); in einem Land mit einem hohen Industrialisierungsstand und damit einhergehenden zahlreichen Belastungsquellen bei zugleich dichter Besiedelung ist das Prinzip daher von erheblicher praktischer Bedeutung. So stellt sich etwa die Frage nach einer Korrelation zwischen der räumlichen Verteilung verschiedener sozialer Schichten und der Intensität des Umgebungslärms (z.B. Straßen-, Schienenverkehr, Flughäfen, Industrie). Die Durchsetzbarkeit des Gerechtigkeitsprinzips ist freilich schwierig; es dürfte insbesondere bei grundsätzlichen planerischen und sozialstaatlichen Entscheidungen zur Geltung kommen und damit vorrangig bei der politischen Willensbildung ansetzen.

3.9 Weitere Umweltrechtsprinzipien

Im Bereich des Lärmschutzes können darüber hinaus weitere Umweltrechtsprinzipien Bedeutung erlangen. Zu nennen ist zunächst etwa das Gemeinlastprinzip. Danach kann der Staat im Einzelfall verpflichtet sein, Lärm abzuwenden oder für die Folgen von Lärm aufzukommen. Aus dem Verschlechterungsverbot (Bestandsschutzprinzip) folgt das Gebot, das bereits erreichte Niveau des Lärmschutzes jedenfalls nicht wieder zu unterschreiten. Das Vorsichtsprinzip mahnt zu einem vorsorglichen Schutz auch vor langfristigen, noch nicht eindeutig abschätzbaren Lärmfolgen, während das Kompensationsprinzip für einen finanziellen Ausgleich bei bereits eingetretenen Lärmfolgen streitet. Aus der Maxime der kontrollierten Eigenverantwortlichkeit könnte etwa ein Gebot der Eigenüberwachung der Lärmverursacher folgen; schließlich sind im Rahmen des ökologischen Abwägungsgebots alle öffentlichen und privaten Belange miteinander abzuwägen.[270]

3.10 Art. 20a GG

Art. 20a GG wurde mit Wirkung vom 15. November 1994 in das Grundgesetz aufgenommen[271] und mit Wirkung vom 1. August 2002 um den Tierschutz erweitert[272]. Danach schützt der Staat „auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung". Damit hat der Umweltschutz Verfassungsrang erlangt. Ein subjektives Recht Einzelner oder gar der Umweltgüter selbst ergibt sich

[270] Siehe dazu gleich E3.11.
[271] Gesetz vom 27. Oktober 1994, BGBl. I S. 3146.
[272] Gesetz vom 26. Juli 2002, BGBl. I S. 2826.

daraus allerdings nicht[273], vielmehr geht es um eine Berücksichtigung des Umweltschutzes im Rahmen der staatlichen Tätigkeit (Staatszielbestimmung)[274]. Gleichwohl enthält die Vorschrift kein bloßes Programm, sondern hat rechtlich bindende Wirkung[275]. Indem sie jede staatliche Tätigkeit anspricht, hat sie zudem – ähnlich wie Art. 6 EGV[276] – unmittelbar integrativen Charakter. Aber auch die übrigen Umweltprinzipien, die mittlerweile einen rechtlichen Gehalt aufweisen, werden von dem Begriff des „Schutzes der natürlichen Lebensgrundlagen" umfasst und damit zu Werten von Verfassungsrang erhoben. Gesetzgebung, vollziehende Gewalt und Rechtsprechung müssen somit die wesentlichen Prinzipien – etwa das Vorsorge-, Verursacher- und Kooperationsprinzip – bei der Ausübung ihrer Befugnisse berücksichtigen. Art. 20a GG stellt dabei klar, dass dieses Berücksichtigungsgebot keine zusätzlichen Kompetenzen verleiht oder gesetzliche Vorschriften derogiert; die umweltrechtlichen Prinzipien entfalten sich im Rahmen der „verfassungsmäßigen Ordnung" bzw. von „Recht und Gesetz". Dies ist allerdings im Wesentlichen eine deklaratorische Feststellung, da die Umweltprinzipien ohnehin regelmäßig nicht über diese Wirkung hinausgehen.

3.11 Umweltrechtsprinzipien in der Abwägung

Die umweltrechtlichen Prinzipien haben in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Damit einher geht die zunehmende Herausbildung eines Umweltbewusstseins in der Bevölkerung. Freilich führt diese Aufwertung nicht zu einem generellen Vorrang der Umweltrechtsprinzipien. Vielmehr sind auch emittierende Tätigkeiten verfassungsrechtlich geschützt[277]. Darüber hinaus kann auch an Emissionen im Rahmen hoheitlicher Tätigkeiten ein überwiegendes öffentliches Interesse bestehen, z.B. bei der Schaffung von Infrastruktur. Auf der anderen Seite sind die Umweltrechtsprinzipien auf Grund ihrer verfassungsrechtlichen Absicherung in der Lage, das Gewicht des Grundrechtseingriffs auf Seiten der Emissionsempfänger zu erhöhen. Dieser Befund führt – wie bei den Grundrechten der Lärmbetroffenen und Lärmemittenten – notwendigerweise zu einer Abwägung widerstreitender Prinzipien, wobei ein möglichst schonender Ausgleich zu gewährleisten ist.

---

[273] BVerwG, NVwZ 1998, 398, 399; BVerwG, NVwZ 1998, 1080 (1081); BVerfG NVwZ 2001, 1148 (1149). Vgl. auch E.2.2.1.

[274] Caspar, in: Koch (Hg.), Umweltrecht, 2002, § 2 Rn. 94; Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, 2. Aufl. 2000, § 4 Rn. 9; Kloepfer, Umweltrecht, 3. Aufl. 2004, § 3 Rn. 9.

[275] Hoppe/Beckmann/Kauch, Umweltrecht, 2. Aufl. 2000, § 4 Rn. 9.

[276] „Die Erfordernisse des Umweltschutzes müssen bei der Festlegung und Durchführung der ... Gemeinschaftspolitiken und -maßnahmen insbesondere zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung einbezogen werden."

[277] Vgl. hierzu bereits Abschnitt E.2.4.

Dass die Umweltrechtsprinzipien einem konkreten Vorhaben im Ernstfall nur begrenzt entgegenstehen können, schmälert allerdings nicht ihre Bedeutung. Zur Entfaltung kommen sie vielmehr vorrangig im Zuge der Vorbereitung und Ausgestaltung eines Vorhabens. Sie betreffen somit weniger das „Ob“ als das „Wie“ der emittierenden Tätigkeit. Das Integrations- und das Vorsorgeprinzip haben zur Folge, dass Umweltaspekte ab einer frühen Planungsphase umfassend zu berücksichtigen sind. Der Gesichtspunkt der Umweltgerechtigkeit, die vorsorgliche Abschätzung späterer Emissionen, aber auch ökonomische Aspekte können bereits die Standort- oder Streckenauswahl beeinflussen. Auf allen Stufen des Verfahrens sind sodann die möglichen Umweltauswirkungen einzubeziehen; das Vorsorgeprinzip verpflichtet von vornherein zu einer Reduzierung der Emissionen auf den Stand der Technik; nicht vermeidbare Emissionen führen grundsätzlich zu einer Kostentragungspflicht des Verursachers. Kooperative Instrumente wie Umweltbeauftragte, die Möglichkeit der Zertifizierung oder ökonomische Anreize steigern auch im laufenden Betrieb das unternehmerische Interesse an einer Emissionsbegrenzung.

Der hohe rechtliche Rang der Umweltrechtsprinzipien führt somit zwar nicht zu einem Ausschluss emittierender Tätigkeiten, wohl aber zu einer verstärkten Gewährleistung eines Entscheidungsverfahrens, das die Bedeutung der „natürlichen Lebensgrundlagen“ (Art. 20a GG) auf allen Stufen angemessen berücksichtigt und den gegenläufigen Interessen hinreichend und langfristig Rechnung trägt.

4 Abwägung und Instrumente des Verkehrslärmschutzes

4.1 Ziele, Wirkungen und Mittel im Überblick

4.1.1 Einflussbereiche

In einer freiheitlichen Gesellschaftsordnung werden Art und Menge des Verkehrslärms vorwiegend durch die autonomen Entscheidungen der Individuen über die Nutzung von Verkehrsmitteln bestimmt. Nur in untergeordnetem Maße (etwa beim militärischen Luftverkehr) tritt der Staat selbst als Lärmverursacher auf. Die Randbedingungen, unter denen die Entscheidungen über die Verkehrsmittelnutzung fallen, bilden zugleich die Ansatzpunkte für staatliche Einflussnahmen auf das Lärmgeschehen. Analytisch unterscheidbar, in der Praxis indes oft innig miteinander verwoben, ergeben sich damit vor allem vier Ansatzpunkte für staatliche Maßnahmen:

- Die lärmerzeugenden Produkte der Mobilitätsbefriedigung (Verkehrsmittel, unten 2),
- die Anlagen der Verkehrsabwicklung (Verkehrswege, unten 3),
- die Benutzung bzw. der Betrieb von Verkehrsmitteln und Verkehrswegen (das Verkehrsverhalten, unten 4) sowie schließlich
- die gesellschaftlichen und individuellen Faktoren, von denen das Bedürfnis nach Mobilitätsbefriedigung abhängt (das Mobilitätsverhalten, unten 5).

4.1.2 Ziele von Lärmschutzmaßnahmen

Lärmschutzmaßnahmen zielen durchweg auf zwei Effekte: auf die Verringerung der Emissionen oder auf den Schutz vor Immissionen. *Emissionsverringerung* setzt an der Quelle an, wobei mit diesem Begriff die lärmerzeugenden Verkehre oder auch die Verkehrsanlagen gemeint sein können, auf denen Verkehrsflüsse abgewickelt werden. Emissionsverringerung kann damit drei Wege beschreiten, nämlich (a) den Einsatz emissionsärmerer Technik oder (b) eine umweltgünstigere Abwicklung der generierten Verkehrsflüsse anstreben; sie kann aber auch (c) eine Reduzierung der Verkehrsmenge bezwecken und dazu auf Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung abzielen. Die drei Wege schließen sich nicht gegenseitig aus, sie unterscheiden sich aber stark hinsichtlich der Tiefe erforderlicher Eingriffe in die gesellschaftlichen Strukturen. Denn nur die ersten beiden Maßnahmenarten überlassen den Umfang der Verkehre der freien Entscheidung des Einzelnen.

Das Feld des *Immissionsschutzes* bilden hingegen – auf einer nachgeordneten Stufe – die nicht vermeidbaren bzw. nicht vermiedenen Emissionen. Immissionsschutz ist damit Abwehr erst der Wirkungen des Lärms. Seine Mittel sind die möglichst günstige Verteilung von Lärm sowie Abschirmungen gegen ihn. Dies beruht auf der Erkenntnis, dass Schall als zeitlich und räumlich unbeständiges Phänomen nur durch seine tatsächliche momentane Einwirkung an einem lärmempfindlichen Ort, also durch eine konkrete Lagebeziehung zwischen Quelle und Empfänger, zu einem Problem wird. Verteilungsentscheidungen werden bereits durch die Trassenwahl eines Verkehrsweges getroffen (besonders diskutiert bei der Linienbestimmung von Bundesstraßen und der Festlegung von An- und Abflugstrecken für Luftfahrzeuge). Trassenabschirmungen (z.B. durch Schallschutzwände) beeinflusst die Transmission des Schalls auf dem Weg zu potentiellen Einwirkungsorten; baulicher Schallschutz schließlich führt zu einer Abschirmung erst des Einwirkungsortes selbst.

4.1.2.1 Lärmschutz an der Quelle

So genannter Lärmschutz an der Quelle, oft auch „aktiver" Lärmschutz genannt, richtet den Blick wie gesagt auf die Emissionen von Verkehrsmitteln und Verkehrswegen. Denn weder der Begriff der Quelle noch derjenige des „aktiven" Schutzes ist definiert. Demgemäß deutlich unterscheidet sich der technische vom juristischen Sprachgebrauch. Während im naturwissenschaftlich-technischen Sinne als „aktive" nur solche Mechanismen verstanden werden, die an einem lärmerzeugenden Gerät automatisch lärmmindernd tätig werden (etwa Gegenschallaggregate in Triebwerken), sind im Sprachgebrauch der Juristen sämtliche Lärmminderungs-Maßnahmen, die am Emissionsort (der Schallquelle) ansetzen, hiermit gemeint (Geiger 2004, Rn. 321). Daher zählen in diesem erweiterten Sinne auch betriebliche Nutzungsbeschränkungen von Flugplätzen zu den aktiven Maßnahmen, ebenso Schallschutzwände an Straßen, die lediglich die Transmission von Lärm zum Einwirkungsort einschränken.

4.1.2.2 Passiver Lärmschutz

Um sog. „passive" Schutzvorkehrungen, die die Lärmschutzpraxis dominieren, handelt es sich bei Maßnahmen, die die Empfangsstelle beim Betroffenen, den Immissionsort, gegen äußerlich einwirkenden Lärm abschirmen. Standardmäßig zählen hierzu die baulichen Isolierungen von Fenstern, Dächern und Umfassungsbauteilen bei Gebäuden. Neben baurechtlichen oder technischen Normen (VDI-Richtlinie 2719 und der DIN 4109) finden sich Vorgaben für bauliche Schutzmaßnahmen gegen Straßen- und Schienenverkehrslärm in der 24. BImSchV[278], gegen Fluglärm im Fluglärmge-

[278] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997, BGBl. I S. 172, berichtigt 1253.

setz[279] und der auf seiner Grundlage erlassenen Schallschutzverordnung[280]. Daneben sind Bauvorschriften wie die Energieeinsparverordnung[281] von Bedeutung, die als Nebenwirkung eine Schallminderung in den Innenräumen mit sich bringen.

4.1.3 Staatliche Steuerungsmittel

Unter der Vielzahl feinschichtiger Unterscheidungen zwischen staatlichen Steuerungsmitteln und ihrer Systematisierung sind für den Verkehrsbereich *vier Typen* hervorzuheben: die Instrumente direkter und indirekter Verhaltenssteuerung sowie informationelle und kooperative Instrumente (Kloepfer 2004, § 5).

4.1.3.1 Ordnungsrecht

Direkte Verhaltenssteuerung bedient sich im Wesentlichen der klassischen Mittel des Ordnungsrechts, also verbindlicher Verhaltensvorgaben durch gesetzliche Ge- und Verbote oder administrative Kontrollmaßnahmen. Zu ihnen zählen insbesondere die Bewehrung von Verhaltensgeboten mit Sanktionen des Ordnungswidrigkeiten- und Strafrechts, die Festsetzung von Grenzwerten für die Beschaffenheit oder die Benutzung von Verkehrsmitteln und -anlagen sowie behördliche Anzeigepflichten und Genehmigungsvorbehalte, die ihrerseits mit einer breiten Palette von Erlaubnisformen korrespondieren. Das Instrumentarium des Ordnungsrechts wird – auch neben modernen Formen der Verhaltenssteuerung – zu Recht allgemein als nach wie vor unverzichtbar erachtet. Allgemeingültige Mindeststandards für die Beschaffenheit von Verkehrsmitteln und Verkehrswegen wie für ihre Benutzung bedürfen der Formulierung in staatlichen Normen. Diese sind wesentliche Anknüpfungspunkte für weitere Normen (etwa des Steuerrechts), die wiederum Orientierungspunkte bilden für die Kaufentscheidungen der Konsumenten, aber auch für die Entwicklung von Produkten mit langer Lebensdauer. Der produzierenden Wirtschaft verschaffen sie Planungssicherheit. Normative Setzungen können überdies die intermodale Wettbewerbssituation zwischen den Verkehrsträgern beeinflussen, und sie entziehen die Produktstandardisierung dem freien Spiel der Marktkräfte zwischen Produzenten und Käufern von Verkehrsmitteln.[282] Die Initiativen bei der

---

[279] Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971, BGBl. I S. 282, zuletzt geändert durch Artikel 46 der Siebenten Zuständigkeitsanpassungs-Verordnung vom 29. Oktober 2001, BGBl. I S. 2785.

[280] Verordnung über bauliche Schallschutzanforderungen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (Schallschutzverordnung – SchallschutzV) vom 5. April 1974, BGBl. I S. 903.

[281] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden vom 16. November 2001, BGBl. I S. 3085.

[282] Dies ist besonders deutlich zu sehen im Schienenverkehr, wo die Beschaffenheit mangels hoheitlicher Normsetzung maßgeblich durch technische Spezifizierungen des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmer (z.B. VDV 154 für Straßenbahnen und TSI-CR für Vollbahnen) festgelegt wird.

Verbindlichmachung von Normen, insbesondere für Grenzwerte und produktbezogene Regelungen, gehen seit langem von der Europäischen Gemeinschaft aus. Hingegen ist die Zulassung von Verkehrsanlagen den Mitgliedstaaten belassen, wenngleich auch hier die Entscheidungsspielräume durch europäische Richtlinien, namentlich aus dem Umweltbereich, zunehmend eingeengt werden.

4.1.3.2 Administrative Kontrolle

Administrative Kontrolle der Verkehrsinfrastruktur erfolgt schon im Zusammenhang mit ihrer Errichtung (Eröffnungskontrolle) und hat auch ihre umweltschonende Gestaltung zum Gegenstand, unabhängig davon, ob die Errichtung den Vorstellungen eines privatrechtlich organisierten Betreibers folgt (dazu F.1.2.2). Ein einheitliches System der öffentlich-rechtlichen Zulassung besteht freilich nicht: Bei der Schaffung öffentlicher Straßen, Wasser- und Luftstraßen sowie der Anlegung militärischer Flugplätze findet (mit gewissen Ausnahmen) originäre staatliche Planung statt. Schienenwege und zivile Flugplätze hingegen werden von privaten, marktwirtschaftlich agierenden Betreibern errichtet und betrieben. Diese unterliegen durchgehender staatlicher Aufsicht, die präventiv als Eröffnungskontrolle auf der Grundlage von Genehmigungsvorbehalten (Verboten mit Erlaubnisvorbehalt) ausgeübt wird, sodann repressiv als fortlaufende Betriebskontrolle, mit der die permanente Verträglichkeit der Anlage mit ihrer Umgebung sichergestellt werden soll. Einheitliche Vorgaben für das Maß der rechtlich jeweils zu akzeptierenden Umgebungsbelastung durch Verkehrslärm gibt es nicht. Der deutsche Gesetzgeber und die Rechtsprechung akzentuieren herkömmlich die Unterschiede der Verkehrslärmarten und verfolgen daher das Konzept des verkehrswegespezifischen Sonderrechts. Indes sind dieser Entwicklung zwischenzeitlich durch die vereinheitlichenden Vorgaben der Umgebungslärm-Richtlinie zur Lärmerfassung und -bewertung deutliche Grenzen gesetzt (vgl. dazu F.5.4 und G).

4.1.3.3 Indirekte Verhaltenssteuerungen

Den determinierenden Maßnahmen gegenüber stehen die indirekt beeinflussenden und motivierenden Maßnahmen. Mit ihrer Hilfe kennzeichnet der Staat Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer als erwünscht oder unerwünscht, regelmäßig indem er ein Verhalten mit wirtschaftlichen Anreizen (Subventionen oder Benutzungsvorteilen) oder mit Nachteilen (vor allem Abgaben) verknüpft. Man spricht deswegen von ökonomischen Instrumenten (unten 4.6). Die beiden letzten Gruppen der informationellen und kooperativen Instrumente schließlich setzen auf Verhaltensbeeinflussungen durch Gewinnung und Vermittlung von Umweltdaten bzw. auf Verhandlungslösungen (dazu unten 4.7 und 4.8). Wegen ihrer deutlichen Distanz zu determinierenden Vorgaben werden sie auch als „Soft-Policy"-Maßnahmen oder Mittel der „leichten Hand" bezeichnet.

Die Analyse befriedigt zunächst theoretische Interessen, denn in der Praxis kommen umweltbezogene Instrumente nur selten in Reinform vor. Je nach Kombination von Rechtsform, Regelungsgehalt, Zielbezug und Wirkungsweise ergeben sich Zwischenformen. Vieles ist dabei psychologischen Gesetzmäßigkeiten verpflichtet, da sich die Entscheidungen innerhalb komplexer, kaum noch voll zu durchschauender „Systeme" entscheidungsrelevanter Randbedingungen vollziehen, wobei die persönlichen Abwägungen individuellen oder kollektiven Vorlieben verpflichtet sind. So entwickeln ordnungsrechtliche Maßnahmen einen Mischcharakter oder sogar paradoxe Effekte, wenn etwa Bußgelder als „erhöhte Gebühr" für die bewusste illegale Nutzung von Verkehrsanlagen (z.B. Parkplätzen) oder Umweltmedien betrachtet und als Handlungsfolgen von vornherein einkalkuliert werden. Die Politik bedient sich häufig – in Kenntnis der Komplexität der Lage – zur Erreichung definierter Umweltziele eines Instrumentenverbundes.

4.2 Verkehrsmittel

4.2.1 Produktbezogene Anforderungen

Gesetzliche Anforderungen an die Beschaffenheit der Verkehrsmittel (Pkw, Lkw, Motorräder, Busse, Eisenbahnen, Straßenbahnen, Luftfahrzeuge) zielen regelmäßig auf ihre Emissionen ab, vorzugsweise Lärm und Abgase; bei Schienenbahnen haben überdies Erschütterungen und Körperschall Bedeutung. Den Eigenschaften von Fahrzeugen kommt aus Sicht des Umweltschutzes ein erhebliches Gewicht zu, weil die Verbraucher als Benutzer lärmerzeugender Produkte vom Angebot der Industrie abhängig sind, sie also – neben dem Umfang der Benutzung und der Betriebsweise – zunächst durch die Wahl des Fahrzeugs Einfluss auf das Emissionsverhalten nehmen können.

Die staatlichen Einflussnahmen gehen daher in zwei Richtungen: Sie geben den Produzenten – im Sinne direkter Verhaltenssteuerung – verbindliche Grenzwerte für die maximalen Emissionen der Fahrzeuge vor und schaffen den Käufern – zweitens – durch Steuervorteile, Subventionen oder Benutzungsvorteile, die an Produkteigenschaften gebunden sind, gezielt Anreize für das erwünschte Marktverhalten. Zwar wird gelegentlich bemängelt, dass hoheitlich festgesetzte Grenzwerte den erreichten technischen Stand nur nachzeichneten und keine genügenden Impulse für innovative Entwicklungen gäben. Dieser Standpunkt vernachlässigt die genannten unterschiedlichen Funktionen von Grenzwerten, die sich in den Rechtsfolgen konkretisieren, die an sie geknüpft sind. Es kann grundsätzlich nicht die Funktion von produktbezogenen Emissionsgrenzwerten sein, das Käufer- und Benutzerverhalten auf noch nicht verfügbare Technik zu verpflichten. Innovative Grenzwertsetzungen für Emissionen sind auf ökonomische Wirkungsweisen beschränkt und sollen die Erneuerung des Fahrzeugbestandes beschleunigen; starre Konsequenzen für die Benutzung dürfen mit ihnen

grundsätzlich nicht gekoppelt sein, weil dies die Weiterbenutzung von Altfahrzeugen in regelmäßig verfassungsrechtlich problematischer Weise unterbinden würde. Das ordnungsrechtliche Instrumentarium, zu dem strikt wirkende Grenzwertefestsetzungen gehören, sichert damit den bestverfügbaren Stand der Technik und bildet eine Grundlage für die Anknüpfung auf den Markt einwirkender Anreize für Verbesserungen des Standards. Daher geht die Umweltpolitik einen richtigen Weg, indem sie ordnungsrechtliche Regelungen vorzugsweise in einem Instrumentenverbund mit so genannten ökonomischen Instrumenten einsetzt.[283]

4.2.2 Bindung an den Stand der Technik

Das deutsche Recht fordert eine Beschaffenheit von Kraft-, Schienen-, Luft- und Wasserfahrzeugen, nach der Geräuschemissionen vermieden werden, die über das nach dem jeweiligen „Stand der Technik" unvermeidbare Maß hinausgehen (vgl. § 2 Abs. 1 Nr. 3 i.V.m. § 3 Abs. 6 BImSchG; § 2 Abs. 1 Satz 2 Nr. 4 LuftVG, § 3 Abs. 2 Nr. 3 LuftVZO). Mit dem Begriff des „Standes der Technik" (vgl. § 1 Abs. 6 BImSchG[284] = Nr. 2.5 TA Lärm) sind über die „allgemein anerkannten Regeln der Technik" hinaus fortschrittliche Verfahren und Maßnahmen eingeschlossen, auch soweit sie nicht abschließend betriebserprobt sind. Die zur Konkretisierung dieser Regeln unabdingbaren Grenzwerte werden allerdings nicht gemäß § 38 BImSchG national festgelegt, sondern finden sich durchweg in gemeinschaftsrechtlichen und internationalen Normen (im Einzelnen unten 5.1 und 5.2), weshalb die deutschen Vorschriften vielfach als bedeutungsarm betrachtet werden.[285]

Der Grund ist zunächst ein ökonomischer, denn die Emissionen von Verkehrsmitteln stellen Produkteigenschaften dar, die ihre Wettbewerbsfähigkeit berühren. Die überregionale Dimension solcher Produkteigenschaften gerade bei grenzüberschreitend handelbaren Produkten ist seit langem erkannt. Hingegen wird der von Produkten erzeugte Lärm als solcher eher als rein lokales Problem betrachtet und dadurch in seiner Bedeutung unterschätzt, sofern er aus überörtlichen Aktivitäten herrührt.[286] Ein starkes Bedürfnis nach Harmonisierung der zwingend einzuhaltenden Eigenschaften von Verkehrsmitteln ist daher ursprünglich unter den Vor-

---

[283] Kloepfer, Umweltrecht (Fn. 7), § 5 Rn. 188.

[284] Die Vorschrift spricht von „fortschrittlichen Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen", soweit sie „die praktische Eignung … zur Begrenzung von Emissionen … zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen" lassen.

[285] Hansmann in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, Loseblattsammlung, § 38 BImSchG Rn. 17; a.A. Schulze-Fielitz in: Koch/Scheuing, Gemeinschaftskommentar zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, § 38 Rn. 56; vgl. auch Jarass, Bundes-Immissionsschutzgesetz, Kommentar, § 38 Rn. 9 ff.

[286] Koch in: Rengeling, Handbuch zum deutschen und europäischen Umweltrecht, Bd. II, S. 287.

zeichen eines gemeinsamen europäischen oder internationalen Marktes entstanden und hat eine sachgesetzliche Zuständigkeit der Europäischen Gemeinschaft (vgl. Art. 95 EGV) oder internationaler Organisationen begründet. Für global operierende Luftfahrzeuge etwa wird diese Aufgabe durch die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) wahrgenommen.

Wirksam werden solche Grenzwertsetzungen für die Emission bei der Betriebszulassung neuer Fahrzeuge. Dies wirft das Problem auf, wie ältere (lautere) Fahrzeuge, deren Zulassung zum Verkehr von nachträglichen Grenzwertverschärfungen nicht berührt wird, aus dem Bestand entfernt werden können. Neben anderweitig zu begründenden Betriebsverboten, die nach Übergangsvorschriften ausnahmsweise ausgesprochen werden können, empfehlen sich dazu vor allem Maßnahmen indirekter Verhaltenssteuerung in Form des Ausschlusses von Benutzungs- und Abgabenvorteilen (vgl. F 4.2.1).

4.2.3 Einzelne Verkehrsmittel

4.2.3.1 Kraftfahrzeuge

Der Zuständigkeit der Europäischen Gemeinschaft für produktbezogene Regelungen werden in Deutschland für Kraftfahrzeuge (Pkw, Busse und Motorräder) lediglich deren Richtlinien über § 49 StVZO unmittelbar in deutsches Recht inkorporiert.[287] Betroffenenverbänden gehen die bestehenden Regelungen nicht weit genug. Sie fordern Grenzwertverschärfungen bzw. die Einführung weiterer Grenzwerte z.B. für die Abrollgeräusche von Kfz-Reifen.

4.2.3.2 Luftfahrzeuge

Für Luftfahrzeuge besteht das von der ICAO 1971 entwickelte und fortgeschriebene „noise certification scheme“, die lärmabhängige Musterzulassung, nach der Luftfahrzeuge in *Kapitel* (zurzeit 2, 3 und 4) eingeteilt werden.[288] Die Einteilung nimmt Bezug auf die im Anhang 16 des Chicagoer Abkommens jeweils formulierten und gelegentlich aktualisierten Lärmemissionsnormen. Die Kapitelzugehörigkeit ist zunächst Grundlage für die nationale und gemeinschaftsrechtliche Verkehrszulassung, die Ausstellung von Lärmzeugnissen und die Eintragung in Luftfahrzeugrollen (vgl. §§ 2 ff. LuftVG).

---

[287] Die geltenden Regelungen finden sich in Erwägungsgrund 4 der Umgebungslärm-Richtlinie und bei Frohmeyer/Mückenhausen, EG-Verkehrsrecht, Loseblattsammlung, Kap. 76 Rn. 36 ff.; UBA, Daten zur Umwelt (2001), S. 326.

[288] Vgl. Einzelheiten in ZLW 1971, 41 ff.; zu den ähnlichen ICAO-Regelungen über Schadstoffemissionen für Luftfahrzeuge vgl. Pache in: Koch, Umweltprobleme des Luftverkehrs, S. 205 ff.

Die Kapitel-Einteilung hat in Europa eine Erfolgsgeschichte geschrieben, weil mit ihr in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortschritte in der Lärmminderung an der Quelle erzielt werden konnten.[289] In Europa ist sie Grundlage für eine erfolgreiche „Ausphasung" lauterer Luftfahrzeuge geworden: Kapitel-2-Flugzeuge dürfen innerhalb der Europäischen Gemeinschaft seit dem 1. April 2002 nicht mehr eingesetzt werden.[290] Der weitergehende „ausgewogene Ansatz" der ICAO zur Lärmbekämpfung in der Umgebung von Flugplätzen (Entschließung 33/7) ist mittlerweile durch eine Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft aufgegriffen worden (die sog. Betriebsbeschränkungs-Richtlinie[291]), die in Deutschland durch Einfügung der §§ 48a bis 48 f. in die Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung[292] („Verfahren zur Einführung von lärmbedingten Betriebsbeschränkungen an Flugplätzen") umgesetzt worden ist.

Darüber hinaus hat sich die Kapitel-Einteilung in Deutschland zum Anknüpfungspunkt für Anreize zum Einsatz geräuschärmerer Luftfahrzeuge entwickelt. Zum einen dient sie Genehmigungsbehörden auf bestimmten Flughäfen als Grundlage für strikt wirkende Betriebsbeschränkungen (wie insbesondere Nachtflugbeschränkungen) für solche Luftfahrzeuge, die gestiegenen Anforderungen nicht genügen.[293] Zum anderen wird sie von Flughafenbetreibern zur Differenzierung ihrer Landegebühren herangezogen. Soweit mit solchen Regelungen nicht ohnehin die Ausschaltung von Verkehren verbunden ist, übt die Einräumung von Benutzungsvorteilen einen wirksamen Druck zum Einsatz geräuschärmerer Luftfahrzeuge aus. Da die Kapitel-Einteilung aber als zu grob empfunden wurde, hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) eine Gruppe von Kapitel-3-Flugzeugen, die als leiser betrachtet werden, gesondert in einer so genannten Bonusliste erfasst, an die wiederum Vorteilen geknüpft sind. Eine europaweite Vereinheitlichung

---

[289] Marohn in: BVF, Fluglärm – Aufgaben und Möglichkeiten für die Kommunen (2003), S. 7 ff.

[290] Vgl. Richtlinie 98/20/EG des Rates vom 30. März 1998 zur Änderung der Richtlinie 92/14/EWG zur Einschränkung des Betriebs von Flugzeugen des Teils II Kapitel 2 Band 1 des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, 2. Ausgabe (1988) (ABl. EG Nr. L 107 vom 7. April 1998 in Verbindung mit ABl. EG Nr. L 118 vom 6. Mai 1999), in Deutschland umgesetzt durch Änderung des § 11c LuftVO i.d.F. der 9. VO zur Änderung der LuftVO vom 21.3.1995 (BGBl. I S. 391).

[291] Richtlinie 2002/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. März 2002 über Regeln und Verfahren für lärmbedingte Betriebsbeschränkungen auf Flughäfen der Gemeinschaft, ABl. L 85 vom 28.3.2002.

[292] Eingefügt durch die Achte Verordnung zur Änderung der Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 4. April 2005 (BGBl. I S. 992).

[293] Dazu Geisler, ZLW 1998, 28; beispielhaft ferner die Neuregelung der Nachtflugbeschränkungen auf dem Verkehrsflughafen Köln/Bonn vom 26.8.1997, MBl. NRW S. 1125 und Anlage 1. Siehe auch: 6. Immissionsschutzbericht der Bundesregierung, BT-Drucks. 13/4825, S. 24.

der Erhebung von Landegebühren durch eine EG-Richtlinie zeichnet sich insofern ab.[294]

Lassen sich die positiven Auswirkungen des Systems der Lärmzertifizierung mithin nicht bestreiten, so sind doch vorrangig die Kategorisierung der Luftfahrzeuge und die Höhe der Grenzwerte von Bedeutung und beständig im Streit. Die ICAO-Vorgaben wie auch die Bonuslisten-Regelung des Bundesverkehrsministeriums stellen sich insofern zweifellos als Kompromisse dar, in denen Lärmschutzbelange abwägend mit den gegenläufigen Interessen an einem möglichst unbehinderten Luftverkehr zu einem Ausgleich gebracht werden. Allzu oft beschränkt sich das innerhalb der ICAO mühsam Erreichte in der Art eines kleinsten gemeinsamen Nenners darauf, was technisch schon erreicht ist und etwa im weltweiten Handel mit (gebrauchten) Luftfahrzeugen möglichst geringe Einschränkungen verursacht. Aber die ICAO hat von ihrer auch wirtschaftlichen Ausrichtung her (vgl. Art. 44 Chicagoer Abkommen) die weltweiten Auswirkungen ihrer Normungen im Blick, nicht aber vorrangig die Lärmprobleme von Industriestaaten. Diese wiederum tun sich wegen der Auswirkungen auf den Wettbewerb schwer, den ICAO-Standard für ihren Bereich zu verschärfen, was überdies wegen des globalen Charakters des Luftverkehrs im internationalen Gefüge zu gewichtigen Verwicklungen führen kann (Bsp.: Hush-Kit-Streit der Europäischen Gemeinschaft mit den USA). Insofern darf der Wert der ICAO-Normen für den technischen Fortschritt bezweifelt werden, der wohl eher durch andersgelagerte Interessen der Luftfahrtindustrie (Verringerung des Treibstoffverbrauchs) vorangetrieben wird, soweit diese mit der Lärmminderung parallel gehen.

4.2.3.3 Schienenfahrzeuge

Für Schienenfahrzeuge fehlen hoheitliche Regelungen im Sinne des § 38 BImSchG vollständig, die Anforderungen an ihre Beschaffenheit unter Lärmgesichtspunkten stellen würden. Die Bahn gilt in Deutschland traditionell als umweltfreundlichstes Verkehrsmittel und wird deshalb vergleichsweise wenig mit (kostenverursachenden) Pflichten zur Emissionsbegrenzung ihrer Fahrzeuge konfrontiert.[295] Die Europäische Gemeinschaft hat die Lärmproblematik von Schienenfahrzeugen unter dem Gesichtspunkt ihrer europaweiten Interoperabilität erkannt. Als bedeutendste Quelle für Schienenverkehrslärm ist der Güterverkehr und der Hochgeschwindigkeitsverkehr, der neue Pegelstrukturen erzeugt, ermittelt worden. Vorgeschlagen werden in dem Zusammenhang zwei grundlegende Maßnahmen: Schallemissionsgrenzwerte für neue interoperable

[294] Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Festlegung eines Gemeinschaftsrahmens für die Lärmeinstufung ziviler Unterschallluftfahrzeuge zur Berechnung von Lärmentgelten vom 20. Dezember 2001, KOM(2001) 74 endgültig.

[295] Vgl. Koch, NVwZ 2000, 496, 501.

Fahrzeuge und die Umrüstung der vorhandenen, noch mit Grauguss-Bremsklötzen ausgestatteten Güterwagen auf Verbundstoffsohlen, wodurch die Geräuschemissionen um 8 bis 10 dB(A) vermindert werden können.

Gemeinschaftsrechtliche Vorschriften von Belang für interoperable Eisenbahnsysteme erfassen das Problem des Schienenverkehrslärms an der Quelle, und zwar durch die Richtlinien über die Interoperabilität bei Hochgeschwindigkeitsbahnsystemen (Richtlinie 96/48/EG des Rates[296]) bzw. bei konventionellen Eisenbahnsystemen (Richtlinie 2001/16/EG[297]), womit ein Rechtsrahmen für die Harmonisierung der technischen Aspekte und des Betriebs des Eisenbahnnetzes geschaffen wird. Im Zuge des Rechtssetzungsverfahrens sollen von der Kommission durch ein Ausschussverfahren technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) festgelegt werden. In Bezug auf Hochgeschwindigkeitsbahnsysteme wurden 2002 in Zusammenarbeit mit der AEIF[298] zwei TSI zum Lärmschutz angenommen; die AEIF erhielt den Auftrag zur Überarbeitung einer Reihe von TSI im Hinblick auf die Annahme durch die Kommission im Jahr 2004.

Für Straßenbahnen im Sinne des § 4 Personenbeförderungsgesetzes werden die geräuschbestimmenden Spezifikationen bislang vor allem in technischen Normen der Industrie festgelegt, die sich an Kundenwünschen oder Vorgaben ihrer Verbände orientieren.

4.2.3.4 Wasserfahrzeuge

Unter den Wasserfahrzeugen erzeugen wegen ihrer tieffrequenten Geräuschanteile die Transportfahrzeuge der Binnenschifffahrt, im Übrigen vorwiegend Sportboote gewichtige Lärmprobleme. Von den rund 800.000 jährlich hergestellten Sportbooten sind über 95% Motorboote. Diese werden häufig in Erholungsgebieten an der Küste oder an Seen eingesetzt, deren von Natur aus niedriger Umgebungsgeräuschpegel eine wichtige und seltene natürliche Ressource darstellt. Zudem konzentriert sich die Nutzung dieser Boote überwiegend auf die Sommermonate, wodurch es in dieser Zeit zu Lärmbelästigung und zu einem lokal starken Anstieg der Luft- und Wasserverschmutzung durch ihre Abgase kommen kann.

Der Geltungsbereich der Richtlinie 2003/44/EG[299] zur Änderung der vorangehenden Sportboote-Richtlinie 94/25/EG wurde auf Wassermotorrä-

---

[296] Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, ABl. L 235 vom 17.9.1996.

[297] Richtlinie 2001/16/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2001 über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems, ABl. L 110 vom 20.4.2001.

[298] Association Européenne pour l'Interopérabilité Ferroviaire – Europäische Vereinigung für die Interoperabilität im Bereich der Bahn, http://www.aeif.org/.

[299] Richtlinie 2003/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 2003 zur Änderung der Richtlinie 94/25/EG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Sportboote, ABl. L 214 vom 26.8.2003.

der erweitert. Außerdem wurden die Anforderungen an den Entwurf und Bau um Umweltnormen zu Grenzwerten für Geräusch- und Abgasemissionen von Sportbooten ergänzt. Diese harmonisierten Emissionsgrenzwerte werden stufenweise vom 1. Januar 2005 bis zum 1. Januar 2007 in Kraft treten. Auch diese Richtlinie zielt nicht nur auf den angemessenen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit und Sicherheit, sondern ebenso auf die Beseitigung möglicher technischer Handelshemmnisse und will dadurch einen Beitrag leisten zur Wahrung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Sportbootindustrie.[300]

4.2.4 Schlussfolgerungen

Regelungen für den produktbezogenen Lärmschutz finden sich im Wesentlichen auf internationaler und europäischer Ebene. Auf nationaler Ebene sind an sie anschließende Folgeregelungen für Nutzungsberechtigungen und Benutzungsvorteile getroffen worden, die insgesamt als wirksam bezeichnet werden dürfen, denn in der Summe sind in den letzten Jahrzehnten die Emissionen der Verkehrsmittel stark begrenzt worden. Dass diese Erfolge nicht in die Lärmwahrnehmung der Bevölkerung vordringen konnten, hat seinen Grund darin, dass die Lärmminderung am einzelnen Fahrzeug durch eine drastische Zunahme des Verkehrsaufkommens in der Fläche aufgezehrt bzw. sogar überkompensiert worden ist. Ohne weitere Senkung der Fahrzeugemissionen wird es bei weiterem Anwachsen der Verkehrsmengen, das anzunehmen ist (vgl. A.3.2) zu einem erheblichen Anstieg der Gesamtlärmbelastung kommen. Es ist daher eine wichtige Aufgabe der Zukunft, das produktspezifische Lärmminderungspotenzial durch effektive Anreizmechanismen für die Produktentwicklung zu erhöhen, damit die Emissionsreduzierung mit der Steigerung des Verkehrsaufkommens zumindest Schritt hält. Zum anderen liegt auf der Hand, dass sich – insbesondere angesichts der langen Investitionszyklen aller Fahrzeuge – eine nennenswerte Lärmverringerung im Tagesdurchschnitt nur erreichen lässt, wenn ein Großteil der eingesetzten Fahrzeuge dem besten Standard entspricht. Es müssen daher Verfahren gefunden und Finanzierungsmöglichkeiten erschlossen werden, um die Lärmminderung (1) im Zuge eines schnellen Marktdurchsatzes neuer Fahrzeuge und (2) durch Umrüstung vorhandener Fahrzeugparks zu beschleunigen, wozu es einer gemeinsamen Strategie bedarf, bei der alle Beteiligten Verantwortung übernehmen und ihren Beitrag leisten. Diesem Zweck verpflichtet sind vor allem ökonomische und kooperative Instrumente.

---

[300] Vgl. Bericht der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat gemäß Artikel 10 Absatz 1 der Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm über bestehende Gemeinschaftsmaßnahmen in Bezug auf Quellen von Umgebungslärm vom 10. März 2004, KOM(2004) 160 endgültig.

4.3 Verkehrswege

4.3.1 Planungsebenen

Die Planung von Verkehrswegen vollzieht sich im föderalen Staat auf den Ebenen des Bundes und der Länder, innerhalb deren Verwaltungsaufbaus die Kommunen wegen der verfassungsrechtlich abgesicherten Selbstverwaltungsgarantie als Planungsträger eine eigenständige Rolle spielen (dazu F.6.1). Die Planungen können sich im Wesentlichen als übergeordnete staatliche Gesamtplanung oder als projektbezogene Fachplanung darstellen. Auf der Projektebene treten neben die genannten staatlichen Stellen Private als Planungsträger von Schienenwegen und Flugplätzen sowie gelegentlich auch von Straßen. Deren Planungen dürfen aufgrund von Zulassungsvorbehalten in Fachplanungsgesetzen erst dann realisiert werden, wenn sie in besonderen Verfahren durch staatliche Stellen gebilligt worden sind.

4.3.2 Staatliche Gesamtplanungen

4.3.2.1 Bedeutung übergeordneter Planung

Übergeordnete Planungen des Bundes und der Länder setzen Rahmen für nachfolgende konkrete Projektplanungen, die mehr oder weniger bindend, stets aber konkretisierungsbedürftig sind (dazu F.6.4). Bereits solche Planungen können sowohl die Emissions- wie die Immissionsseite des Verkehrslärms deutlich beeinflussen, indem sie (a) Ausbauvorhaben formulieren und rechtlich absichern (Beispiel: Bedarfsgesetze), (b) Standorte oder Linienführungen festlegen oder (c) Aussagen über die (lärmrelevante) Kapazität von Infrastrukturanlagen machen.

Vor allem gehen von gesamtplanerischen Aussagen Verteilungseffekte aus, sofern sie die Lage zwischen Emissionsorten (Verkehrslinien) im Verhältnis zu lärmsensiblen Nutzungen sowie den Umfang der Inanspruchnahme von Umwelt(medien) festlegen. Damit zielen sie auf die Emissionsseite, vermehren oder begrenzen die verlärmbaren Flächen. Wird das Vorhaben einer unteren Planungsebene hingegen auf einer höheren verworfen, so entfaltet diese kapazitätsbegrenzende Wirkung, wenngleich Kapazitätsdrosselung gegen eine steigende Nachfrage in der Regel keine Mengenregulierung bewirkt, sondern lediglich verdrängende Effekte erzeugt.

4.3.2.2 Boden-Verkehrswege

Eine Raumordnung des Bundes durch bundesweite Raumordnungspläne (§ 1, § 18 ROG) besteht bislang nicht. Für die Boden-Verkehrswege des Bundes, zum Teil auch der Länder besteht ein andersgeartetes gesamtstaatliches Planungsgefüge, mit dem Verkehrswege auf gestuften Handlungsebenen „von oben nach unten“, d.h. mit zunehmender Konkretheit, entwickelt werden:

(1) Mit dem *Bundesverkehrswegeplan* (BVWP) hat sich der Bund ein übergeordnetes Planungsinstrument eigener Art geschaffen. Der BVWP ist

ein verwaltungsinterner Investitionsrahmenplan, jedoch kein Finanzierungsplan oder -programm.[301] Er wird von der Bundesregierung beschlossen und richtet sich als konkret-individuelle Verwaltungsvorschrift an nachgeordnete staatliche Entscheidungsträger.

(2) In *Bedarfsgesetzen* stellen parlamentarische Gesetzgeber des Bundes und der Länder mit dem Mittel des förmlichen Gesetzes – also verbindlich für jeden, den es angeht – einen vordringlichen Bedarf für den Bau oder Ausbau der in ihnen bezeichneten Bundesfernstraßen und Bundesschienenwege (§ 3 FStrAbG; § 4 Abs. 1 BSchWAbG), aber auch etwa für Landesstraßen fest. Verneint werden kann dieser Bedarf ausschließlich durch das Bundesverfassungsgericht bzw. Landesverfassungsgerichte.

(3) Mithilfe einer *Vielzahl weiterer Pläne* werden Standort, Umfang oder Verlauf der Verkehrswege konkretisiert: Straßenbaupläne, Ausbaupläne für Bundesschienenwege, Fünfjahrespläne sowie Linienbestimmungen für die Bundesfernstraßen und Bundeswasserstraßen (§ 16 FStrG; § 13 Abs. 1 WaStrG) werden durch das zuständige Bundesministerium für Verkehr erstellt und entfalten Bindungswirkung für nachfolgende Planfeststellungsbeschlüsse über konkrete Ausbauvorhaben (vgl. § 17 FStrG, § 18 AEG).

4.3.2.3 Flugplätze

Für Flugplätze (§ 6 Abs. 1 Satz 1 LuftVG) besteht kein vergleichbares Planungsinstrumentarium wie für Bodenverkehrswege, weder in Gesetzesform noch aufgrund ministerieller oder administrativer Pläne. Von den Bundesverkehrswegeplänen werden Flugplätze bislang nur informatorisch erfasst, nämlich hinsichtlich ihrer gewünschten Verknüpfung mit Bodenverkehrswegen; als solche – d.h. mit Aussagen zu Realisierungsnotwendigkeiten – aber bleiben sie ausgeklammert. Eine den einzelnen Projekten übergeordnete Planung setzt erst auf Länderebene ein.

Im August 2000 hat die Bundesregierung ein Flughafenkonzept[302] vorgelegt, das sich zwar auch zu wünschbaren Entwicklungen äußert, über

---

[301] Nach dem BVWP 2003 ergibt sich für den Zeitraum 2001 bis 2015 für die drei Verkehrsträger Schiene, Straße, Wasserstraße ein Finanzvolumen in der Größenordnung von 150 Mrd. Euro, vgl. www.bmvbw.de/Anlage/original_15944/Bundesverkehrswege-plan-2003-Beschluss-der-Bundesregierung-vom-02.-Juli-2003.pdf. Zur Kritik an den Bundesverkehrswegeplänen vgl. SRU Sondergutachten Umwelt und Verkehr 2005, Rn. 6*: Der BVWP sei grundlegend reformierungsbedürftig, bisher ein bloßes „Auswahlverfahren auf der Basis von Länderwunschlisten" und sollte als Suchprozess für die besten Lösungen für ökologische oder verkehrliche Engpässe ausgestaltet werden.

[302] Vgl. den Entwurf des Flughafenkonzepts v. 30. August 2000, der auch vom Verkehrsbericht der Bundesregierung v. 9.11.2000 (BT-Drucks. 14/4688, S. 27) in Bezug genommen wird; die letzte Abstimmung dieses Entwurfs, die allerdings nicht die hier behandelten Punkte betrifft, steht auch in der derzeitigen (15.) Legislaturperiode aus.

das Entwurfsstadium jedoch nicht hinausgelangt ist. Die Zurückhaltung des Bundes im Verhältnis zu den Fernstraßen erklärt sich zum einen aus der Finanzierungslast, die bei Flugplätzen private, nach marktwirtschaftlichen Prinzipien agierende Betreibergesellschaften trifft (vgl. F.1.2.2)[303], während Fernstraßen weitgehend mit Bundesmitteln errichtet und unterhalten werden. Daher scheinen der Politik Bedarfsfeststellungen bezüglich des Flugplatznetzes der Bundesrepublik entbehrlich, zumal solche Feststellungen mit einschränkenden Aussagen zu den politisch nicht gewollten Entwicklungen und Ausweitungen des Flugverkehrs einhergehen würden. Seiner Verantwortung, die öffentlichen Interessen am Bestand des Flugplatznetzes zu konkretisieren und transparent zu machen, wird der Bund damit schwerlich gerecht. Möglichkeiten einer intensiveren bundesstaatlichen Planung, beginnend etwa in der Bundesverkehrswegeplanung,[304] bestehen durchaus. Denn er hat gemäß Art. 87d Abs. 1 GG die Luftverkehrsverwaltung in bundeseigener Verwaltung wahrzunehmen; daraus erwächst ihm eine Sachkompetenz, die er – mit einem umfassenden Direktionsrecht – ungeachtet des Umstands behält, dass die Aufgaben der Fachplanung durch Gesetz im Sinne des Art. 87d Abs. 2 GG in die Auftragsverwaltung der Länder gegeben sind (vgl. § 31 Abs. 2 Nr. 4, § 10 Abs. 1 LuftVG).

4.3.2.4 Landesplanung und Bauleitplanung

Innerhalb der Bundesländer stellen spezielle Planungsträger auf bundes- und landesrechtlicher Grundlage (vgl. § 6 ROG) Raumordnungspläne in Form von Raumordnungsprogrammen, Regionalplänen, Gebietsentwicklungsplänen u.ä. für das Landesgebiet oder einzelne Regionen auf (dazu F.6.4). Die Herstellung der feingliedrigen Bodenordnung auf lokaler Ebene übernehmen die Gemeinden im Wege der Bauleitplanung durch Aufstellung von Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen (vorbereitende bzw. verbindliche Bauleitpläne, § 1 Abs. 2 BauGB). Diese lassen in gewissem Umfang die planerische Ausweisung auch von Verkehrswegen (namentlich Straßen oder Flugplätzen) zu und können damit eine vorbereitende Grundlage für die Projektplanung bilden.

---

[303] Der Bund ist nur noch an wenigen großen Flughäfen als Gesellschafter beteiligt; zur Gesellschafterstruktur der internationalen Verkehrsflughäfen vgl. Flughafenkonzept 2000, S. 58. Seine Aktienpakete an der Fraport AG hat der Bund Ende 2005 veräußert.

[304] Auch der Sachverständigenrat schlägt in seinem Sondergutachten Umwelt und Straßenverkehr 2005, S. 198 ff. eine Neukonzeption der Bundesverkehrswegeplanung vor, die die Tauglichkeit dieses Instrument für die Flugplatzplanung aber nicht einschränkte, sondern im Gegenteil ebenso erhöht wie für Bodenverkehrswege.

4.3.3 Projektplanung

4.3.3.1 Anlagenzulassung als Verteilungsentscheidung

Die Verkehrswegeplanung durch öffentliche oder private Vorhabenträger unterliegt durchweg staatlichen Genehmigungsvorbehalten. Diese machen Errichtung und Ausbau von Verkehrsanlagen (Straßen, Schienenwege, Wasserstraßen und Flugplätzen) von vorangehenden staatlichen Zulassungsentscheidungen (Genehmigungen, Planfeststellungen, Plangenehmigungen) abhängig, mit denen die durch die Anlage in ihrer Umgebung aufgeworfenen Probleme unter Beteiligung der Öffentlichkeit umfassend bewältigt werden müssen (vgl. § 17 FStrG, § 14 WaStrG; § 18 AEG; § 8 LuftVG, §§ 28, 41 PBefG). Damit ist der staatlichen Zulassung konkreter Verkehrs-Projekte aufgetragen, die Verträglichkeit des Verkehrsprojekts mit seiner Umgebung nach dem Maßstab gültiger Standards sicherzustellen. Lässt sich die Umgebungsverträglichkeit nicht feststellen, so ist sie projektbegleitend mit modifizierenden und flankierenden Vorkehrungen herzustellen. Dabei geht es stets um den Ausgleich widerstreitender Interessen, nämlich jener des Vorhabenträgers, der öffentlichen Interessen, welche die Verfügbarkeit des Verkehrsweges ebenso einschließen wie diejenigen am Erhalt der belebten und unbelebten Umwelt, und der Interessen und Belange der von den Immissionen des Verkehrswegs betroffenen Menschen (seiner „Nachbarschaft", dazu F.1.3). Die staatliche Zulassung ist damit eine planerische Verteilungsentscheidung, die dem Träger von Verkehrswegen ein definiertes Maß an künftiger Inanspruchnahme der Umwelt und der Nachbarschaft zuteilt und damit Bodennutzungskonflikte entscheidet (Gethmann/Kloepfer/Reinert 1995, 21 ff.). Instrumentell wird die Verteilung durch die Festlegung von Anlagenkapazität und Grenzwerten bewerkstelligt, wertungsmäßig durch umwelt- und verkehrsrechtliche Prinzipien und Wertsetzungen.

Auf der Ebene des einzelnen Projektes (der Projekt- oder Fachplanung) greift der Staat somit auf zweierlei Weise in das Lärmgeschehen ein:

- Er ermöglicht lärmemittierende Anlagen durch Schaffung oder mitwirkende Zulassung und
- er begrenzt die Nutzung dieser Anlagen durch hoheitliche Regelungen auf ein gemeinverträgliches Maß.

4.3.3.2 Lärmschutzoptimierende Gestaltung von Verkehrswegen

(1) Gebot umfassender Konfliktbewältigung

Bei der Planung und Zulassung von Verkehrswegen ist Lärmschutz von vornherein eingebunden in die Ermöglichung primär umweltbeeinträchtigender Nutzungen (Kloepfer 2004, § 5 Rn. 21). Allerdings stehen Fachplanungen prinzipiell unter dem Gebot umfassender Konfliktbewältigung, das ein Kernbestandteil des Abwägungsgebotes ist. Es verpflichtet dazu, im Planungsverfahren das Konfliktpotenzial, zu dem der durch das Vorhaben ver-

ursachte Lärm gehört, vollständig zu ermitteln, zu bewerten und zu bewältigen. Diese Pflicht zur lärmoptimierten Gestaltung von Verkehrsanlagen ist teilweise ausdrücklich normiert (für Straßen: § 3 Abs. 1 Satz 2 FStrG, § 9 Abs. 2 StrWG NRW) oder ergibt sich sonst aus normativen Festlegungen (wie der 16. BImSchV[305] für Straßen und Schienenwege). Wo dies nicht der Fall ist (wie bei Flugplätzen), ergibt sich eine qualitativ entsprechende Pflicht aus der gesetzlichen Planungsermächtigung der jeweiligen Behörde (z.B. § 6, § 8 LuftVG). Beim Fehlen von gesetzlichen oder verordnungsrechtlichen Maßstäben ist das zumutbare Maß der Belastung von Umwelt und Nachbarschaft konkret abwägend nach den Verhältnissen im Einzelfall zu bestimmen.[306]

(2) Gestaltungsmittel

Lärmprobleme können durch planerische Gestaltung des Vorhabens selbst gemindert, selten aber gelöst werden, sobald sich die Behörde gegen die sog. „Nullvariante" entscheidet, das Vorhaben also zulässt. Für die Gestaltung von Verkehrsanlagen steht dann, jedenfalls theoretisch, eine breite Palette von Möglichkeiten zu Gebote, die von der Zulassungsbehörde vorzusehen oder dem Vorhabenträger – soweit von ihm nicht schon im Genehmigungsantrag angeboten – aufzulegen sind. Die Behörde kann eine modifizierende Gestaltung durchsetzen bzw. Auflagen anordnen, die eine teilweise Ablehnung der beantragten Planung beinhalten können.

Soweit es um die lärmmindernde Gestaltung von *Straßen* als Verkehrsanlage geht, steht die Trassierung im Vordergrund. Bei überörtlichen Straßen ist sie schon durch die Linienbestimmung (oben F.4.3.2.2) maßgeblich vorgezeichnet, bleibt aber im Rahmen der Abwägung bei der konkreten Projektplanung veränderbar. Als wesentlich lärmmindernde Maßnahme der Fahrbahngestaltung wird die verbindliche Einführung von so genanntem „Flüsterasphalt" (Drainasphalt) gefordert. Er verursacht erhebliche Mehrkosten für die Aufbringung und die Erneuerung zur Aufrechterhaltung der Minderungsfunktion und dürfte sich daher nur für besondere Problempunkte eignen (dazu D.2.3.7). Daneben sind bauliche Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung in Form von Aufpflasterungen, Fahrbahnverengungen, Bepflanzungen und Kurvenführungen möglich. Sie können im Einzelfall mit der Verkehrsfunktion der Straße in Widerspruch geraten. Schallschutzwände bzw. -wälle beeinflussen als aktive Minderungsmaßnahmen i.S. von §§ 41 f. BImSchG die Schallübertragung (Transmission) von der Verkehrsanlage zum Einwirkungsort.

---

[305] Verkehrslärmschutzverordnung vom 20.6.1990, BGBl. I S. 1036.

[306] Beim Fluglärmschutz fehlt es hingegen an solchen generellen Kriterien, weshalb die Rechtsprechung einen strikt individualisierenden Weg beschritten hat, vgl. Storost, Das deutsche Verkehrslärmschutzrecht aus Sicht eines Richters, ZfL 51 (2004), 93.

Auch im *Schienenverkehr* ist die Notwendigkeit von Lärmminderungsmaßnahmen lange erkannt. In Planungsverfahren für neue Eisenbahnstrecken wird insofern mit dem Verfahren „Besonders überwachtes Gleis" (BüG) durch regelmäßige Messungen und das Schleifen der Gleise eine Schallpegelminderung schon bei der Emission erzielt.[307] Auch die Rechtsprechung anerkannt mittlerweile, dass dadurch eine dauerhafte Lärmminderung bewirkt werden kann, die zusätzlich zu den Korrekturwerten D(Fb) der Tabelle C der Anlage 2 zu § 3 der 16. BImSchV zu berücksichtigen ist.[308]

Für *Flugplätze* kommen die Dimensionierung der Gesamtanlage und die – in Bezug auf lärmsensible Orte günstige – Konfiguration der Bahnen in Betracht. Gegen den Bodenlärm aus bodengebundenen Operationen von Flugzeugen und Fahrzeugen auf dem Flugplatzgelände kann erwogen werden, Flugplatzgebäude (Terminals, Hallen usw.) geräuschabschirmend zu platzieren. Im Vordergrund steht aber, weil der Hauptlärm durch fliegende Flugzeuge erzeugt wird, der sog. aktive Lärmschutz durch Beschränkungen des Flugbetriebs (dazu F.4.1.2).

4.3.3.3 Immissionsschutzrechtliches Trennungsgebot

Zu den gesetzlichen Vorgaben für die Gestaltung von Anlagen in Bezug auf die Geräuschimmissionen gehört § 50 BImSchG, der ein Gebot zur Trennung von Nutzungen enthält. Die Rechtsprechung sieht darin keine strikt geltende Pflicht, sondern ein Optimierungsgebot, das soweit möglich durchzusetzen ist. Das entspricht der Einsicht, dass mit dem Trennungsgebot verkehrsvermeidende Wirkungen nicht notwendig Hand in Hand gehen; oft gilt sogar das Gegenteil, denn erfolgreiche Nutzungstrennung ist Voraussetzung für ungebremste Verkehrsentwicklung. Nur scheinbar paradox lassen sich Verkehre tendenziell durch Nutzungsmischung vermeiden, weil dies einen Zwang zur aktiven Begrenzung der Verkehrsströme nach sich zieht.[309] Richtig ist die Trennung der Nutzungen vor allem dort, wo es gilt, Lärm von sensiblen Nutzungen fernzuhalten. Im Übrigen führt Nutzungstrennung häufig zu andersgelagerten unerwünschten Zielkollisionen, etwa wenn ein Standort oder eine Trassierung durch unbewohnte, aber ökologisch schützenswerte Landschaft geführt werden soll. Regelmäßig kollidiert und konkurriert der Lärmschutz mit solchen Umweltzielen. Daher entscheidet die Behörde nach Maßgabe von Abwägungen, ob und mit welchen Maßnahmen dem durch ein Projekt aufgeworfenen Lärmproblem zu begegnen ist. In der Abwägung dürfen dem Interesse der Nachbarschaft auch die wirtschaftlichen Möglichkeiten des Vorhabenträgers entgegengesetzt werden, insbeson-

---

[307] Dazu Michler und Siegel in: Ziekow, Praxis der Fachplanung (2004), Rn. 1207, 1498.

[308] BVerwG, Urteil vom 15.3.2000 – 11 A 42.97 –, BVerwGE 110, 370.

[309] Vgl. Erbguth, NVwZ 2000, 28 ff.; Kloepfer M (2004) Umweltrecht. 3. Auflage, Beck, München, § 10 Rn. 9 ff. und 34 ff; Uechtritz, DVBl. 1999, 198; Dolde, Umweltrecht im Wandel (2001), S. 837, 856 ff.); Ziekow, BayVBl. 2000, 325 ff.

dere soweit sie sich mit öffentlichen Interessen an der Realisierung des Vorhabens decken.

4.3.3.4 Bedeutung von Grenzwerten

Grenzwerte sind messbare Daten über quantitativ fassbare (physikalisch/chemische) Größen, an deren Erreichen oder Überschreiten rechtliche Konsequenzen geknüpft sind. Emissionsgrenzwerte, im Verkehrsbereich fast ausschließlich für Verkehrsmittel (Produkte) festgesetzt, geben grundsätzlich keine Hinweise auf Belastungsgrenzen der Umgebung, sondern dienen der allgemeinen Optimierung. Im Gegensatz dazu formulieren Immissionsgrenzwerte theoretisch echte Belastungsgrenzen, indem sie medien- bzw. rechtsgutsorientierte Höchstwerte festsetzen und sich auf naturwissenschaftlich begründete Dosis-Wirkungsbeziehungen berufen. Ihre naturwissenschaftliche Fundierung macht sie allerdings nicht frei von wertenden Elementen, in denen sich oftmals Willensentscheidungen ausdrücken.

Daraus erklärt sich, dass Grenzwerte im Rahmen der Anlagenzulassung von Verkehrswegen eine wesentlich andere Steuerungsfunktion als im allgemeinen Immissionsschutzrecht haben: Überschreitet ein emittierendes Unternehmen die Grenzwerte etwa der TA Lärm, so ist die Genehmigung zwingend zu versagen. Hingegen lässt die Verkehrswegeplanung Anlagen auch dann zu, wenn sie Grenzwerte oder im Einzelfall erkannte Belastungsgrenzen überschreiten. Die planungsrechtliche Reaktion geht dann auf die verbindliche Festsetzung flankierender Schutzvorkehrungen, mit denen die Belastung abwägungsfehlerfrei auf ein zumutbares Maß gesenkt wird. Die Vorschriften über Schutzvorkehrungen (§ 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG allgemein, etwa § 9 Abs. 2 LuftVG speziell) verhindern, dass ein Anlagen(aus)bau wegen unzumutbarer (grenzwertüberschreitender) Lärmauswirkungen scheitern muss. Maßgeblich sind Abwägungen, bei denen der einzelne Betroffene in der Regel ein öffentliches Realisierungsinteresse gegen sich hat. Das macht die „baulichen“ Grenzwerte der 16. BImSchV prinzipiell untauglich als Grundlage für zwingende betriebliche Eingriffe zur Begrenzung des Verkehrsaufkommens, etwa für Ansprüche auf verkehrsbeschränkende Maßnahmen auf der Grundlage des § 45 StVO.[310]

4.3.3.5 Schallschutz am Objekt

Schallschutzvorrichtungen an den mit Lärm beaufschlagten Gebäuden („passiver“ Lärmschutz, oben F.4.1.2.2) ist das gängige Mittel der Konfliktbewältigung zum Lärmschutz bei konkreten Vorhaben. Praktisch gehört es in weiten Bereichen sogar zu den fast unantastbaren Dogmen, dass Lärmschutz ausschließlich durch passive Maßnahmen, die unter Umständen eine drastische Verschlechterung der Grundstückssituation zulassen, zu bewirken ist. Der Grund ist darin zu sehen, dass „aktiver“ Lärmschutz regelmäßig das

[310] So aber die Forderung des VCD, Maßnahmen gegen Verkehrslärm (2003), S. 21 f.

Vorhaben selbst betrifft, dessen teilweise Aufgabe oder Beseitigung bedeutet und deshalb wie ein Widerspruch in sich wirkt. Die Rechtsprechung lehnt daher einen generellen Vorrang des aktiven Lärmschutzes ab, soweit dieser nicht gesetzlich verankert ist oder von der Bestandsgarantie des Eigentumsgrundrechts (Art. 14 GG) gefordert wird.

4.3.4 Lärmsanierung

4.3.4.1 Hintergrund

Sonderprobleme stellen sich, wenn die bei der Zulassungsentscheidung getroffene Prognose, ein Verkehrsweg könne auf Dauer zumutbar genutzt werden, fehlgeht, sei es, dass sich Art und Menge der Nutzung drastisch abweichend entwickeln, sei es, dass sich ursprüngliche Belastungsbewertungen infolge neuer Erkenntnisse als unhaltbar erweisen. Bewältigungsstrategien einer unter Lärmgesichtspunkten unzumutbar gewordenen Verkehrsbelastung werden unter dem Stichwort der „Lärmsanierung" diskutiert. Diese ist also kein Instrument des Lärmschutzes, sondern benennt eine Eingriffsschwelle und Zielvorgabe für den nachträglichen Einsatz des Lärmschutzinstrumentariums.

4.3.4.2 Eingriffsschwellen

Absolute Handlungsschwellen für staatliche Reaktionen bilden die verfassungsrechtlichen Gewährleistungen der Gesundheit und des Eigentums. In diesem Sinne verpflichtet die 16. BImSchV für die von ihr erfassten Verkehrswege zur Lärmsanierung zwingend dann, wenn im Zuge von Neubau oder wesentlicher Änderung Dauerschallpegel von mindestens 70 dB(A) tags oder 60 dB(A) nachts ergeben (§ 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 und Satz 2). Im Straßenverkehrsrecht wird das Einschreitensermessen der Straßenverkehrsbehörde entsprechend gesteuert durch die vom Bundesminister für Verkehr erlassenen „Lärmschutz-Richtlinien-StV"[311] sowie allgemein zum Verkehrslärmschutz veröffentlichten Richtlinien.[312] Diese intern verbindlichen Verwaltungsvorschriften stimmen im Ausgangspunkt mit den zugrunde zu legenden Ermessensmaßstäben überein.[313] Im Hintergrund steht die Rücksichtnahme auf die Verfügbarkeit von Haushaltsmitteln. Anlagenspezifisch ergeben sich Ansprüche des Einzelnen auf Schutzvorkehrungen aber, dem Gesundheitsschutz vorgelagert, allgemein schon dann – und unabhängig von einer Änderung des Vorhabens –, wenn die fachplanerische Zumutbar-

[311] Vorläufige Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm vom 6.11.1981, VerkBl 1981, 428.

[312] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes" vom 6.7.1983 (VerkBl 1983, 306) in der Fassung der Änderung vom 15.1.1986 (VerkBl 1986, 101).

[313] Vgl. BVerwG, Urteil vom 4.6.1986 – 7 C 76.84 –, BVerwGE 74, 234, 239 f.; Hess. VGH, Urteil vom 7.3.1989 – 2 UE 319/84 –, NJW 1989, 2767, 2768; OVG NRW, Urteil vom 12.1.1996 – 25 A 2475/93 –, NJW 1996, 3024.

keitsschwelle für die Anlagenzulassung erreicht wird (vgl. § 75 Abs. 2 Satz 2 VwVfG).

4.3.4.3 Instrumente nachträglichen Eingreifens

Lärmsanierung ist zu bewirken durch einen (Teil-)Widerruf der Anlagenzulassung (§ 49 VwVfG, für Flugplätze § 6 Abs. 2 Satz 4 LuftVG, § 48 LuftVZO) oder durch Zuerkennung individueller Schutzvorkehrungen nach § 75 Abs. 2 Sätze 2 bis 4 VwVfG. Ist die Verkehrsanlage unangreifbar (bestandskräftig) zugelassen, so können Betroffene nur noch Letzteres beanspruchen und vor Gericht durchsetzen (§ 75 Abs. 2 Satz 1 VwVfG).

4.3.4.4 Altfälle

Die genannten Vorschriften gelten nicht für Planungsfälle, die vor dem In-Kraft-Treten der Verwaltungsverfahrensgesetze abgewickelt worden sind. Anlieger solcher Verkehrswege haben einen Anspruch auf Lärmsanierung erst bei Erreichen der Grundrechtsschwelle, und zwar unmittelbar aus den Grundrechten. Für Fernstraßen des Bundes begründen die „Hinweise zum Lärmschutz und zur Erstattung von Aufwendungen für Lärmschutzmaßnahmen an bestehenden Bundesstraßen in der Baulast des Bundes“ einen Anspruch auf Lärmsanierung gegen die Straßenverwaltung, wenn bestimmte (grundrechtsgefährdende) Lärmpegel überschritten werden. Die „Hinweise“ haben zwar lediglich den Charakter von Verwaltungsvorschriften, denen nach überkommener Dogmatik keine unmittelbare rechtliche Verbindlichkeit im Außenverhältnis zukommt. Bei ihrer Anwendung unterliegt die Verwaltung jedoch den Bindungen, die sich aus dem verfassungsrechtlichen Gebot der Gleichbehandlung ergeben. Liegen die in den „Hinweisen“ genannten Voraussetzungen vor, so darf eine Lärmsanierung nur aus Gründen abgelehnt werden, die einer Prüfung am Maßstab des Art. 3 Abs. 1 GG standhalten.[314]

4.4 Benutzung und Betrieb

4.4.1 Benutzung von Verkehrswegen

4.4.1.1 Verhältnis zur Anlagenzulassung

Die deutsche Rechtsordnung unterscheidet zwischen den Verkehrswegen als Anlagen (Straßen, Wasserstraßen, Schienenwege, d.h. Betriebsanlagen für Straßenbahnen, Obusse, Eisenbahnen und Magnetschwebebahnen, sowie Flugplätzen) und ihrem Betrieb bzw. ihrer Benutzung. Für Bau und Änderung der Anlagen sehen die Fachplanungsgesetze die oben beschriebenen Zulassungsverfahren vor. Die Benutzung der Verkehrswege oder ihren

[314] Vgl. BVerwG, Beschluss vom 24. August 1999 – 4 B 58.99 –, NVwZ 2000, 70; Urteil vom 9. Februar 1995 – 4 C 26.93 –, BVerwGE 97, 367.

Betrieb regeln Behörden durch besondere Rechtsakte (Genehmigungen, Verkehrszeichen und -regeln), die auch von vornherein in die Entscheidung über die Anlagenzulassung integriert werden können. Wo keine ausdrückliche Ermächtigung zur Einbeziehung in den Planungsgesetzen enthalten ist (so in § 8 Abs. 4 LuftVG), bildet die sog. Konzentrationswirkung der Planfeststellung die Grundlage (vgl. nur § 75 Abs. 1 Satz 1 VwVfG).

4.4.1.2 Betriebsregelungen

Besonders hervorzuheben sind Betriebsregelungen als besonderes Instrument des „aktiven" Schallschutzes. Sie zählen zu den direkten Maßnahmen der Verhaltenssteuerung bei der Benutzung von Verkehrswegen und -anlagen. Die Rechtsordnung hält für alle Verkehrswege ein Tableau solcher betrieblichen Mittel zur Verkehrsregulierung bereit. Es handelt sich durchweg um sachliche, räumliche oder zeitliche Benutzungseinschränkungen sowie deren Kombination, sodass sich Art und Menge des Verkehrs wirkungsvoll kanalisieren lassen. Für die Außenwohnbereiche sind allein aktive Schutzmaßnahmen geeignet, die Geräuschbelastung zu senken.

Tendenziell wirken Betriebsregelungen, weil sie die Anlagennutzung einschränken, lärmmindernd, setzen sich aber gleichzeitig (wie oben gesagt) potentiell in Widerspruch zur Anlagenzulassung; denn sie mindern die Leistungsfähigkeit der Anlage und sind daher besonders rechtfertigungsbedürftig. Deswegen muss die Entscheidung über den zulässigen Lärm prinzipiell in der Anlagenzulassung selbst verortet sein. Weitergehende einschränkende betriebliche Regelungen sind in solchen Teilbereichen einzusetzen, die durch die Gestaltung der Anlage selbst nicht hinreichend beherrschbar sind. Welche Betriebsregelungen jeweils in Betracht kommen, hängt wesentlich von der Art des Verkehrsweges ab.

4.4.1.3 Luftverkehr

Die Benutzung der *Bodenanlagen* von Flugplätzen durch Luftfahrzeuge darf detailliert festgelegt werden. Hierzu gehören insbesondere der Verkehrszweck (§ 42 Abs. 2 Nr. 8, § 52 Abs. 2 Nr. 1 LuftVZO), die Art und Zahl der nutzungsberechtigten Luftfahrzeuge, die Betriebsstufen des Allwetterflugbetriebs, die über die Verfügbarkeit des Platzes unter Schlechtwetterbedingungen bestimmen, und die Betriebszeit des Flugplatzes, mit der über die Zulässigkeit von Tag- und Nachtflugbetrieb (absolute und relative Nachtflugverbote, flugfreie Kernzeiten usw.) entschieden wird.[315]

[315] Als Tag gelten nach einem Grundsatz der deutschen Lärmschutzpraxis, der auch die Rechtsordnung beherrscht, die 16 Stunden zwischen 6.00 und 22.00 Uhr, als Nacht die 8 Stunden zwischen 22.00 und 6.00 Uhr. Für Zeitangaben ist nach § 1 ZeitG (BGBl. I 1978 S. 1110) die mitteleuropäische Zeit verbindlich; eine hiervon abweichend Ortszeit gibt es nicht mehr.

Im Luftverkehr gehören ferner *Kontingentierungen* zu den gängigen, wenngleich problematischen Formen der „Lärmfestschreibung". Sie stellen Beschränkungen der Kapazität eines Flughafens durch betriebliche Vorgaben der Genehmigungsbehörde dar, die als *Bewegungs*kontingent eine unmittelbare Begrenzung der Flugbewegungszahl in der Flugplanperiode oder einem anderen größeren Zeitraum beinhalten oder eine Festlegung der in verschiedenen Tagesstunden maximal koordinierbaren Start- und Landezeiten (Stundeneckwerte). In ihrer rechtlichen und tatsächlichen Umsetzbarkeit problematisch sind *Lärm*kontingente, also Betriebsregelungen, wonach der durch den Flugbetrieb tatsächlich verursachte Lärm die vorab festgelegte Grenzlinie bestimmter äquivalenter Dauerschall-Pegel nicht überschreiten darf.[316] Solche Kontingente müssen prognostisch in Flugbewegungen umgerechnet werden. Ihr Sinn ist, den Fluglärm im Ganzen gesehen konstant zu halten, dem Flughafenbetrieb in diesem Rahmen aber Entwicklungs- und Variationsmöglichkeiten einzuräumen. Ein funktionierendes Verfahren der Kontingentierung böte hier die Chance, genau abgezirkelte Wirkungskurven mit Reaktions- bzw. Verkehrsbegrenzungsisophonen zur Deckung zu bringen. An allgemein akzeptierten Modellen hierzu mangelt es derzeit noch.

Dem Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm an kleineren Landeplätzen dient die *Landeplatz-Lärmschutz-Verordnung* (Landeplatz-LärmschutzV, vgl. § 1 I, § 2) vom 5.1.1999 (BGBl. I 35).[317] Die Verordnung sieht zeitliche Einschränkungen des Betriebs von propellergetriebenen Flugzeugen und Motorseglern vor, die nicht bestimmten erhöhten Lärmschutzanforderungen entsprechen. Die Verordnung setzt aber keine allgemeinen Richtwerte für die Zumutbarkeit von Fluglärm.

Der *Luftraum* wird im Nahbereich von Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb durch sog. „Flugrouten" strukturiert. Es handelt sich um An- und Abflugverfahren im Sinne von Verhaltensanweisungen an Piloten zur Bedienung der Steuereinrichtungen ihres Luftfahrzeugs. Wegen der relativen Genauigkeit der Befolgung erscheinen solche Streckenfestlegungen, die von der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH fachlich vorbereitet und (als Teil der bundeseigenen Luftverkehrsverwaltung, Art. 87d Abs. 1 GG) durch Rechtsverordnung des Luftfahrt-Bundesamtes verbindlich gemacht werden (§ 27a LuftVO), wie feste Korridore.[318] Auch Regelungen für die Durchfüh-

---

[316] Vgl. zum Rechtsbegriff BVerwG, Urteil vom 29. Januar 1991 – 4 C 51.89 –, S. 52 f. des Umdrucks. Zu den Möglichkeiten vgl. Piehler, Erarbeitung eines Handlungsrahmens für die Entwicklung von Fluglärmkontingentierungen, Aachen 2003, www.bth.rwth-aachen.de/Dissertationen.

[317] Sie hat die Verordnung über die zeitliche Einschränkung des Flugbetriebs mit Leichtflugzeugen und Motorseglern an Landeplätzen vom 16.8.1976 (BGBl. I 2216) abgelöst.

[318] Vgl. dazu Wysk P, Rechtsschutz bei der Festlegung sog. Flugrouten, ZLW 1998, 285; ders., Rechtsschutz bei der Festlegung von Flugrouten – die Rechtslage in Deutschland unter Berücksichtigung des Betriebs grenznaher ausländischer Flughäfen, AJP (CH) 2003, 270.

rung des Flugplatzverkehrs fallen gemäß § 21a Abs. 1 Satz 1 LuftVO an größeren Flugplätzen regelmäßig in die Zuständigkeit der DFS. Dies ist dadurch zu erklären, dass es nicht um die Bodennutzung, sondern um die Nutzung des Luftraums geht. Misslich erscheint unter Lärmschutzgesichtspunkten, dass nicht alle lärmwirksamen Regelungen in der Hand der für den Betrieb zuständigen Genehmigungsbehörde des jeweiligen Bundeslandes versammelt sind und es an hinreichender Koordinierung der Maßnahmen fehlen kann.

4.4.1.4 Straßen

Für Straßen übernimmt das Straßen*verkehrs*recht (StVG, StVO) die Aufgabe, durch Benutzungsregelungen lokalräumliche Problempunkte („Hotspots") im Griff zu halten, wenn sie sich trotz widmungsgemäßer Benutzung von Straßen einstellen. Das Hauptmittel bilden Regelungen durch Verkehrszeichen (neben der Straßengestaltung, dazu 4.3.3.2), die auch zum Schutz empfindlicher Nutzungen vor Straßenverkehrslärm eingesetzt werden können. Zu nennen sind etwa verkehrsberuhigte Zonen und Durchfahrverbote, die nur den Verkehr von Anliegern oder mit Pkw zulassen, sowie Geschwindigkeitsbegrenzungen (z.B. Tempo-30-Zonen nach Zeichen 274.1 StVO), die teils Sicherheitsfunktionen haben, aber auch die Fahrgeräusche selbst reduzieren[319] (Rechtsgrundlage § 45 Abs. 1c Satz 1, Abs. 9 StVO). Zu den von Betroffenen am häufigsten erhobenen Forderungen gehören generelle Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Autobahnen und schärfere Begrenzungen auf den übrigen Straßen. Verkehrliche Maßnahmen müssen gegebenenfalls straßenrechtlich abgesichert werden, wenn sie die widmungsrechtliche Verkehrsfunktion berühren (wie z.B. bei verkehrsberuhigten Zonen).

Eingriffsgrundlage ist die verkehrsregelnde Anordnung auf der Grundlage des § 45 StVO. Danach (Abs. 1 Satz 2 Nr. 3) können die Straßenverkehrsbehörden die Benutzung bestimmter Straßen oder Straßenstrecken zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm beschränken oder verbieten oder den Verkehr umleiten. Lärm, etwa bei erheblich gestiegener Verkehrsdichte, kann Ansprüche lärmbetroffener Anlieger auf straßenverkehrsbehördliches Eingreifen begründen. Die Rechtsprechung erkennt eine Einschreitenspflicht aber erst dann an, wenn eine konkrete straßenverkehrsrechtliche „Gefahr" besteht, d.h. Grundrechtseingriffe durch Verkehrslärm zu befürchten sind (die Lärmsanierungsschwelle erreicht ist), nicht aber bei (allgemeiner) Unzumutbarkeit der Belas-

[319] Kritisch zur Minderungswirkung aufgrund neuerer Untersuchungen Fickert H C, Die Umgebungslärmrichtlinie der EU und ihre Umsetzung in deutsches Recht im Verhältnis zum Lärmschutz beim Bau von Verkehrswegen aus der Sicht eines kritischen Praktikers, DVBl. 2004, 1253, 1264.

tung.[320] Von Betroffenen werden hingegen (systemwidrig) die Werte der 16. BImSchV als Belastungsgrenze eingefordert (F.4.3.3.4).

Im Übrigen hat es auch für den Schwerlastverkehr in der Vergangenheit Versuche dirigistischer Eingriffe zum Schutz der Bundesbahn gegeben, etwa durch Kontingentierung von Erlaubnissen, die seinerzeit rechtlich gebilligt worden sind, sich aber weder faktisch bewährt haben noch mit den wettbewerbsorientierten Vorgaben des EG-Rechts übereinstimmt. Eine marktorientierte Nachfrage ist auf Dauer nicht durch gesetzliche Zwangsmaßnahmen begrenzbar.

4.4.1.5 Eisenbahnstrecken

Für Eisenbahnstrecken kommen als betriebliche Regelungen vor allem Geschwindigkeitsbeschränkungen in Betracht; ähnlich differenzierte Möglichkeiten wie im Luftverkehrsrecht bestehen dabei nicht. Davon abgesehen setzen sie sich gerade bei Neu- und Ausbaubaustrecken, die meist Hochgeschwindigkeitsstrecken betreffen, in einen erheblichen Widerspruch zur Funktion. Sie werden von der Genehmigungsbehörde regelmäßig verworfen und können abwägungsgerecht hinter passiven Schallschutzmaßnahmen zurücktreten (§§ 41 f. BImSchG).

4.4.2 Betrieb von Verkehrsmitteln

4.4.2.1 Verhaltensgebote

Verhaltensgebote bei Gelegenheit der Benutzung von Verkehrswegen bestehen für alle Verkehrswege. Es handelt sich allerdings nicht um Betriebsregelungen, sondern um Pflichten für die Bedienung der Verkehrsmittel, die sich an den Fahrzeugführer richten. Nicht immer sind solche Grundpflichten normativ festgelegt wie in § 30 Abs. 1 StVO für die Benutzung von Kraftfahrzeugen oder § 1 Abs. 2 LuftVO für den Betrieb eines Luftfahrzeugs. Betriebsvorschriften mit zumindest gleicher Zielrichtung gelten für die Bedienung von Straßenbahnen und Eisenbahnen, sie können auch in unternehmensinternen Weisungen enthalten sein, die technische Standards festlegen, wie bei

[320] Das Einschreitensermessen der Straßenverkehrsbehörde wird gesteuert durch die vom Bundesminister für Verkehr erlassenen „Vorläufigen Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm (Lärmschutz-Richtlinien-StV)“ vom 6.11.1981 (VerkBl 1981, 428) sowie die allgemein zum Verkehrslärmschutz veröffentlichten „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes“ vom 6.7.1983 (VerkBl 1983, 306) in der Fassung der Änderung vom 15.1.1986 (VerkBl 1986, 101). Diese verwaltungsintern verbindlichen Verwaltungsvorschriften stimmen im Ausgangspunkt mit den zugrunde zu legenden Ermessensmaßstäben überein, vgl. BVerwG, Urteil vom 4.6.1986 – 7 C 76.84 –, BVerwGE 74, 234 (239 f.); Hess. VGH, Urteil vom 7.3.1989 – 2 UE 319/84 –, NJW 1989, 2767 (2768); OVG NRW, Urteil vom 12.1.1996 – 25 A 2475/93 –, NJW 1996, 3024.

dies für Einhaltung sog. lärmmindernder Start- und Landeverfahren[321] im Luftverkehr der Fall ist. Aus der Summe der Vorschriften lässt sich für das Verhalten von Verkehrsteilnehmern der allgemeine Rechtsgrundsatz ableiten, dass Lärm, der bei dem Betrieb des Verkehrsmittels verursacht wird, nicht stärker sein darf, als es die ordnungsgemäße Führung oder Bedienung unvermeidbar erfordert.

4.4.2.2 Überwachung und Sanktionen

Lärmrelevant ist schließlich die Effektivität von Maßnahmen, die der Einhaltung von Vorschriften dienen. Im Recht der Zulassung von Verkehrsanlagen geht es vor allem darum, die für die Lärmbeherrschung maßgeblichen Faktoren, die substanzielle Bedingung der Zulassung waren, zu überwachen und ihr Fortbestehen sicherzustellen. Von erheblicher Bedeutung ist daneben die Überwachung jener Produkteigenschaften, die Voraussetzung der Verkehrszulassung von Fahrzeugen waren. Die regelmäßigen Abgasuntersuchungen sollten insofern durch – bislang nicht vorhandene – Methoden zur Prüfung der Geräuschemissionen ergänzt werden. Soweit es um das Verkehrsverhalten geht, kommt neben dem Vorhandensein angemessener Ordnungswidrigkeiten- und Straf-Sanktionen in der Rechtsordnung wesentliche Bedeutung der Ausstattung von Polizei und Überwachungsbehörden mit Personal und Geräten zur Durchsetzung von Verhaltensregeln zu.

4.5 Verkehrsvermeidung und -verlagerung

4.5.1 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Gründe für Mobilität

Verursacherbezogene Maßnahmen zur Reduzierung von Verkehrslärm müssen von einer realitätsnahen Beschreibung der strukturellen Rahmenbedingungen ausgehen, die Notwendigkeiten und Zwänge zur Nutzung von Verkehrsmitteln einerseits, subjektive Bedürfnisse und Wünsche andererseits hervorbringen. Erst auf der Grundlage einer solchen Bestandsaufnahme ist eine sachgerechte Bewertung der Verhältnisse möglich, die Ansatzpunkte für staatliche Strategien lärmwirksamer Verhaltensbeeinflussung aufzeigt.

Die Ursachen und Gründe für verkehrliche Mobilität lassen sich nicht auf einen einheitlichen Nenner bringen. Verkehrsbedürfnisse wurzeln wesentlich in den Arbeits- und Produktionsverhältnissen, in der Gestaltung des Raumes und in gesehenen Notwendigkeiten individueller Lebensgestaltung. In allen drei Bereichen sind hinreichend starke Beweggründe für Verkehrsbewegungen wirksam. In verfassungsrechtlicher Hinsicht werden diese Bedürfnisse durch – sich allerdings wechselseitig relativierende – grundrechtliche Absicherungen getragen (F.2.2.1).

---

[321] Diese sind zu unterscheiden von den durch Rechtsverordnung festgelegten Flugverfahren nach § 27a LuftVO, vgl. Wysk, ZLW 1998, 285, 287.

Unter den Aspekten der *Produktions- und Vertriebsverhältnisse* erscheint Mobilität aufgrund von Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik als ebenso bedingender wie resultierender Faktor sozioökonomischer Entwicklungen. Dementsprechend ist die Herstellung wie der Vertrieb von Verbrauchsgütern heute in größtem Umfang mit Transporten verbunden. Die Fertigung von Gütern erfolgt weithin durch stufenweisen Zusammenbau vorgefertigter Einsatzgüter (sog. Lean Production und Just-in-Time-Zulieferkonzepte). Auch die funktionale Aufteilung der Produktion auf verschiedene Standorte (räumliche Spezialisierung durch Standortteilung) führt zu ständigen Lieferverkehren der Werke untereinander. Derartige Effekte zwingen zu fortlaufenden Materialflüssen, die unternehmerische Synergien schaffen, den weitgehenden Verzicht auf eigene Lagerbestände und kurze Liefer- und Reaktionszeiten erlauben, aber zur Überwindung erheblicher Entfernungen zwingen.

Der *Vertrieb* konsumfertiger Güter erfolgt über fragmentierte, netzartige Transportketten zu zentralen Vertriebsstellen und schließlich zum Endverbraucher. Transporte erfolgen wegen der zentralen Endfertigung der Güter regelmäßig wiederholt und über große Entfernungen sowie oft unter Einsatz mehrerer Transportmittel. Dies alles entspringt den allgemein anerkannten Streben nach größtmöglicher Flexibilität und Kostenersparnis, dem auf der Seite der Konsumenten umfassende Versorgung der Bevölkerung und niedrige Preise entsprechen (Idhe 2001, 254 ff.). An die Produktions- und Konsumkette schließt sich die *Entsorgung* an, die wiederum europaweite Transporte mit sich bringt, seitdem das Gemeinschaftsrecht Abfall als frei handelbares Wirtschaftsgut einstuft.[322] Die Kosten solcher Transportketten scheinen keinen nennenswerten Faktor unternehmerischer Entscheidungen darzustellen.

Parallel zur Aufspaltung der Produktionsverhältnisse ist eine weitgehende räumliche *Trennung der elementaren Lebensbereiche* Wohnen, Lernen, Versorgen, Arbeiten und Erholen eingetreten, die im heutigen Umfang durch die allgemeine Verfügbarkeit von Mobilität mittels motorisierter Fahrzeuge ermöglicht worden ist, diese aber auch wiederum verstärkt (Idhe 2001, 87 f.; Aberle 2000). Berufs-, Ausbildungs-, Geschäfts-, Einkaufs-, Freizeit- und Urlaubsverkehre in großem – weiter wachsendem – Umfang sind die Folge. Die Einkommens- und Freizeitentwicklung haben dazu die zeitlichen und finanziellen Spielräume für Mobilität geschaffen, deren Ausschöpfung durch rechtliche Vorgaben wie etwa die baurechtliche Gebietsaufteilung und das immissionsschutzrechtliche Trennungsgebot (§ 50 BImSchG) maßgeblich gefördert worden ist. Hier ist seit einiger Zeit ein Umdenken zu verzeichnen, das die Verhältnisse indes kaum noch wird umkehren können.[323]

---

[322] EuGH, Urteil vom 9. Juli 1992 – C-2/90 –, Slg. 1992 S. I-4431 bezeichnet Abfälle als „Erzeugnisse, deren Verkehr gemäß Artikel 30 EWG-Vertrag grundsätzlich nicht verhindert werden darf".

[323] Vgl. Erbguth in: Koch H-J (2000) Rechtliche Instrumente einer dauerhaft umweltgerechten Verkehrsentwicklung, S. 55; Schink, NVwZ 2003, 1041.

4.5.2 Reduzierung des Mobilitätsbedürfnisses

In einer freiheitlichen Rechts- und Gesellschaftsordnung, die sich in weiten Bereichen allerdings betont individualistisch gibt und ökonomisch maßgeblich auf Wachstum, Bedürfnisweckung und mobilitätserzeugende Nachfrageverstärkung baut, erscheint Bedürfnis- und Verkehrsreduzierung geradezu wie ein Widerspruch in sich. Die Politik greift solche Mobilitätswünsche bereitwillig auf, weil mit ihrer Befriedigung Beschäftigung verbunden gesehen wird. Die Möglichkeit zur physischen Mobilität in jeder Form gehört demgemäß zum heutigen Alltag wie die Grundversorgung mit Wasser und Strom. Eine spürbare und nachhaltige Drosselung der Mobilität bzw. Zügelung der Mobilitätsbedürfnisse durch Beeinflussung der hinter ihnen stehenden gesellschaftlichen Strukturen, für die eine Reihe (auch) rechtlicher Instrumente denkbar sind, würde die Gesellschaft unter den obwaltenden Bedingungen tiefgreifend verändern. Das zeigt gerade das ernsthafte Nachdenken über Verkehrsvermeidungsstrategien.

4.5.3 Anwendungsfälle und Grenzen der Verkehrsvermeidung

Angesichts dieser Entwicklung scheint der Verkehrsvermeidung, d.h. der Reduzierung von Häufigkeit, Dauer oder Länge von Fahrzeugbewegungen, als effektivste Art der Emissionsvermeidung ein natürlicher Vorrang zuzukommen. Denn die Notwendigkeit, vor Schall zu schützen, setzt Schallentstehung voraus. Zudem wird der Vermeidung von Schallemissionen im Bewusstsein der betroffenen Bevölkerung der größte Stellenwert zuerkannt. Indes ist es ein Fehlschluss, unter dem Gesichtspunkt des Verkehrslärmschutzes ohne weiteres auf die Vorzugswürdigkeit einer Verkehrsreduzierung zu schließen. In ökonomischer Betrachtung hängt deren Vorzugswürdigung von einer Grenzkostenberechnung ab: Vorzugswürdig ist die Verkehrsvermeidung unter dem (isolierten) Aspekt des Lärmschutzes nur dann (allgemein bzw. für eine bestimmte Lokalität), wenn die zusätzlichen Kosten (Grenzkosten) der Verkehrsmeidung gleich dem zusätzlichen Nutzen (Grenznutzen) der Lärmreduktion sind, wobei richtigerweise eine umfassende Betrachtung sämtlicher Effekte vorzunehmen wäre (vgl. E 1.1 und 3.1). Die Überzeugungskraft einer darauf aufbauenden Aussage hängt von zahlreichen – nicht voll beherrschten – Faktoren ab, insbesondere der richtigen Monetarisierung von Lärmbelastungen, der Verrechnung mit anderen umweltpolitischen Zielen, aber auch von der Psychologie der jeweils Betroffenen, die unter Umständen von einer kühlen ökonomischen Analyse kaum zu beeindrucken ist. Überzeugender dürfte angesichts dessen ein einfacher, aber schlagender *akustischer Zusammenhang* sein, der die Verkehrsvermeidung als Strategie auf die Bewältigung von *Sondersituationen* verweist: die nicht-lineare Beziehung zwischen Geräuschwahrnehmung und Verkehrsmenge. Wie dargestellt erforderte die Reduzierung des wahrgenommenen Lärms auf die Hälfte (entsprechend 10 dB(A) im Dauerschallpegel) akustisch eine Reduzierung des Verkehrsaufkommens um etwa

90% (vgl. D 1.1 Bild 5). Wollte man Verkehrsvermeidung als flächendeckendes Instrument für eine spürbare Entlastung von Verkehrslärm einsetzen, so nötigte das also zu drastischen, die gegenwärtigen Verhältnisse umkehrenden Eingriffen. Verkehrsvermeidung ist damit in praktischer Hinsicht ein denkbares Instrument lediglich zur Entschärfung lokal eingrenzbarer Probleme: Sie kann Verkehre von sensiblen Orten fernhalten (Verkehrsberuhigung in Wohngebieten oder Innenstadtbereichen) oder zu sensiblen Zeiten (etwa der Nacht) unterbinden. Als *Mittel* kommen Verkehrsverbote oder Betriebsregelungen für Verkehrsanlagen (Nachtflugbeschränkungen auf Flugplätzen) in Betracht. Da solche punktuellen Einschränkungen keine Beseitigung des Mobilitätsbedarfs bewirken, führen sie in der Summe regelmäßig nicht zu echten Verkehrsreduzierungen, sondern zu bloßen Verdrängungseffekten.

4.5.4 Verkehrsverlagerung

In gewissem Sinne kann auch die Verlagerung von Verkehren zu Verbesserungen führen. Verlagerung kann durch zeitliche Umschichtung der Verkehre bewirkt werden (etwa von der Nacht in den Tag) oder zwischen den Verkehrsträgern, also durch Abwicklung von Fahrten mit anderen, als lärmgünstiger bzw. umweltschonender angesehenen Verkehrsmitteln. In diesem Sinne sind oft diskutierte Ziele der Umweltpolitik die Verlagerung bestimmter Verkehre von der Straße (namentlich im Güterfernverkehr) und aus der Luft (Kurzstreckenflüge) auf die Schiene oder auch vom motorisierten Individualverkehr auf den öffentlichen Personennahverkehr.[324] Quellenspezifisch ist hier die Vermeidung schädlicher Verkehrsanteile. Günstige Effekte können sich ferner aus einer besseren Auslastung der Verkehrsmittel einstellen.

Verlagerungen sind mit der Schwierigkeit behaftet, dass unmittelbar wirksame Instrumente für ihre Durchsetzung nicht zur Verfügung stehen. Eine Rechtsgrundlage für die ordnungspolitische Realisierung durch Ge- oder Verbote fehlt; sie wäre auch äußerst kritisch zu sehen. So erforderte die Einschränkung des Kurzstreckenverkehrs (über Entfernungen zwischen 500 und 800 km) ordnungsrechtliche Maßnahmen mit erheblicher Eingriffstiefe. Deren verfassungs- und europarechtliche Zulässigkeit ist ungeklärt (Pache 2003, 205, 218), ihre Wirksamkeit ohne begleitende kapazitätsbeschränkende Eingriffe zweifelhaft; denn die auf Flughäfen freiwerdenden Kapazitäten[325] für Starts und Landungen würden sofort für Mittel- und Langstre-

[324] Vgl. dazu Koch H-J (2000) Rechtliche Instrumente einer dauerhaft umweltgerechten Verkehrsentwicklung, S. 99 ff. bzw. 107 ff., 147 ff.; für Kurzstreckenflüge: Flughafenkonzept 2000 der Bundesregierung, S. 44.

[325] Die Kapazität der „größeren“, für koordiniert erklärten Flugplätze wird in Slots festlegt, d.h. im voraus planbaren Zeitnischen, vgl. § 27a LuftVG; denn auf ihnen sind Starts und Landungen eines Fluges nach Instrumentenflugregeln ohne zugewiesenen Slot untersagt, vgl. § 3 Verordnung über die Durchführung der Flughafenkoordinierung.

ckenflüge in Anspruch genommen. Auch hätten ordnungsrechtliche Maßnahmen aus der Sicht des freiheitlichen, marktwirtschaftlich orientierten Staates erhebliches Gewicht und einen hohen Preis. Da die Nutzung auch hier von den autonomen Entscheidungen der Individuen abhängen, ist eine Realisierung mit Schwierigkeiten verbunden, was der Umstand belegt, dass der Anteil des Schienenverkehrs am Personen- wie Gütertransport seit Jahrzehnten stetig zurückgeht. Allein wirtschaftliche Anreize könnten künftig Erfolge versprechen (vgl. E.3.5 und E.3.6). Realisierungschancen über Anreizmechanismen bestehen zudem regelmäßig nur in Ballungsgebieten, wo allerdings viel vom Angebot des öffentlichen, jedoch privatrechtlich organisierten Personennahverkehrs (ÖPNV) abhängt, der seine Planungen weithin an betriebswirtschaftlichen Maximen ausrichtet und Gemeinwohlüberlegungen eher zurückstellt (vgl. §§ 13 ff. PBefG sowie F.1.2.2.3).

4.6 Ökonomische Instrumente

4.6.1 Wirkungsweise

Unter ökonomischen Instrumenten werden diejenigen Steuerungsinstrumente verstanden, die dem Adressaten einen wirtschaftlichen Anreiz bieten, sich umweltpolitisch erwünscht zu verhalten (Kloepfer 2004, § 5 Rn. 178 ff.). Sie zählen damit zu den indirekt wirkenden Verhaltensbeeinflussungen. Denn wiewohl gesetzlich fundiert, verzichten sie auf verbindliche Verhaltensvorgaben und belassen dem Adressaten einen Entscheidungsspielraum, seine „alten“ Verkehrsmuster beizubehalten oder Ausweichstrategien zu suchen, die ihn in den Genuss der jeweils in Aussicht gestellten wirtschaftlichen Vorteile bringen. Sie geben Anreize unter dem Gesichtspunkt ökonomischer Vernunft für erwünschtes Verkehrsverhalten nach Maßgabe individueller Abwägung. Im Vordergrund ökonomischer Instrumente stehen damit Lenkungseffekte, die auf die Entscheidungen der Verkehrsteilnehmer bei Beschaffung, Benutzung und Wahl von Verkehrsmitteln abzielen. Kritisch ist anzumerken, dass sie Verkehrsteilnehmern mit größeren finanziellen Spielräumen größere Entscheidungsfreiheiten belassen.

Ökonomisch wirksame Einflussnahmen bilden unverzichtbare Ergänzungen zu den ordnungsrechtlich geprägten Instrumenten, die im Abschnitt F.4.1.3 beleuchtet wurden. Erzwingen diese mit Befehl und Sanktion einen ökologischen Mindeststandard, so entfalten jene ihre Wirkungen gerade im Rahmen des zulässigen Verkehrsgeschehens, aktivieren also verhaltensbezogene Minderungspotenziale der legalen Restverlärmung. Wegen ihrer „weichen“ Breitenwirkung auf Produktion, operative Bedingungen oder Nachfrage sind ökonomische Instrumente die notwendigen Ergänzungen zu den tendenziell starren ordnungsrechtlichen Regelungen. Sie regen zum einen Verbesserungen der produktionsseitigen Beschaffenheit der Fahrzeuge über den gesetzlich fixierten Mindeststandard hinaus an; denn Hersteller können

es als Wettbewerbsvorteil ihrer Produkte verbuchen, dass sich deren überobligatorisch günstiges Emissionsverhalten beim Käufer wirtschaftlich günstig auswirkt. Zum Zweiten beeinflussen sie die operativen Bedingungen der Benutzung von Verkehrsmitteln (emissionsarme Fahrweise oder Flugstreckenfestlegung) sowie schließlich die Nachfrage nach Verkehrsleistungen. Soweit Kosten der Verkehrsmittelnutzung nicht durch operationelle oder technische Maßnahmen aufgefangen oder auf die Nachfrager von Verkehrsleistungen überwälzt werden können, treten nachfragedämpfende Wirkungen ein, die sich bei Wahl geräuschärmerer Verkehrsmittel als gewünschte Verkehrsverlagerung bemerkbar machen. Insofern setzen ökonomische Mechanismen Determinanten der privaten Beschaffungs- und Nutzungsentscheidungen.

4.6.2 Arten

Ökonomische Instrumente kennen zwei Zielrichtungen: Sie können unerwünschtes Verkehrsverhalten verteuern oder erwünschtes finanziell begünstigen. In die erste Richtung wirken Umweltabgaben (Steuern,[326] Sonderabgaben und Gebühren), handelbare Emissionslizenzmodelle bzw. Umweltzertifikate sowie Verschärfungen des Umwelthaftungsrechts; in die zweite Richtung wirken Finanzhilfen, die als direkte und indirekte Subventionen und Abgabenerleichterungen gestaltet sein können, sowie die Einräumung von Benutzungsvorteilen in Anknüpfung an erwünschtes Verhalten. Gesamtwirtschaftlich sollten ökonomische Instrumente nach dem Prinzip der *Effizienz* ausgewählt werden: Angebracht ist die (nach Maßgabe einer Grenzkostenberechnung, vgl. E.2.1) kostengünstigste Vermeidungsmaßnahme.

4.6.3 Rechtfertigung für Umweltabgaben

Im Zentrum politischer Überlegungen zu ökonomischen Instrumenten im Verkehrsbereich stehen häufig Umweltabgaben, also hoheitlich auferlegte Geldleistungspflichten – wohl auch deshalb, weil mit ihnen eine Verbesserung des Finanzvolumens öffentlicher Haushalte verbunden ist. Unter Immissionsschutzgesichtspunkten wird ihnen eine doppelte Zielrichtung zugeschrieben: Sie sollen die Wahl des Verkehrsmittels beeinflussen (Lenkungsfunktion) und die externen Kosten des Verkehrs in den Marktpreis einbeziehen (Internalisierung). Die Rechtfertigung für sie wird vor allem im Verursacherprinzip gesehen, nach dem der Lärmerzeuger für die Folgen seiner Umweltbeeinträchtigung einstehen soll (vgl. dazu F.3.3 sowie Kloepfer

[326] Zum Lenkungszweck der Verbrauchsteuern und insbesondere der Strom- und Mineralölsteuer (Ökosteuer), den Verbraucher durch Verteuerung von Energie zu umweltbewusstem Verhalten anzuregen, Anreize für den sparsamen Umgang mit wertvollen Ressourcen und damit zur Schonung der Umwelt zu geben vgl. BVerfG, Urteil vom 20. April 2004 – 1 BvR 1748/99, 1 BvR 905/00 –, NVwZ 2004, 846 und BT-Drucks. 14/40, S. 1.

2004, § 5 Rn. 181 und 217 ff.). Zudem wird einer steuernden Kostenbelastung eine psychologische Wirkung zugeschrieben: Die individuelle Umweltmoral wird als überfordert angesehen, solange das Preissystem die ökologischen Folgen des Verkehrs nicht hinreichend abbildet.[327] Berechtigung hat der Gedanke der „gerechten" Kostenanlastung dort, wo eine Gleichheit der Wettbewerbsbedingungen hinsichtlich der Wegekosten hergestellt werden soll. Indes taucht mit diesem Ziel ein Problem auf, das in der Definition dessen besteht, was die Gerechtigkeit der Anlastung ausmacht. Diese Frage ist mit dem Verursacherprinzip kaum angemessen zu beantworten, weil jede Gerechtigkeitsaussage eine wertende Gewichtung der meist langen Kette potentieller Teil- und Mitursachen der Verkehrsentstehung erfordert. Voraussetzung einer „gerechten" Anlastung externer Kosten im Verkehrsbereich ist daher eine Bewertung dieser Kosten, um die Höhe der Anreize in Form von Abgaben oder Subventionen zu bestimmen. An klaren und empirisch fundierten Aussagen fehlt es derzeit, soweit etwa das Verhältnis des Straßen- zum Schienenverkehr im Allgemeinen und zum Luftverkehr jedenfalls für Kurzstrecken diskutiert wird.[328]

Umweltabgaben sind ein angemessenes Mittel der Verkehrsverlagerung, Verkehrsvermeidung bzw. Lärmreduzierung, indem sie individuelles Verhalten über preisliche Anreize beeinflussen. Da zu mindernde Lärmbelastungen aber häufig nur punktuell (an „Hotspots") vorliegen, ist eine Feinsteuerung nötig. Die Abgaben-Instrumente müssen so gestaltet sein, dass sie in der Lage sind, lokale Schwerpunkte zu regulieren. Generelle Abgabenbelastungen von Geräuschemissionen schießen über ihr Ziel hinaus und sind nicht angebracht. Konflikte mit der sozialen Leistungsfähigkeit sind dann nicht zu befürchten. Auch die gelegentlich beklagte Lenkungsunschärfe (Kloepfer 2004, § 5 Rn. 174, 230 ff.) von Abgaben ist kein Hindernis; denn sie besteht nur nach dem Maß ihrer – regulierbaren – Entfernung von der Emission oder Immission, auf die sie wirken soll. Abgaben sind umso wirkungsschärfer, je direkter ihre Berechnung von der Höhe der zu beeinflussenden Emission oder Immission abhängt.

4.6.4 Beeinflussungen des Straßenverkehrs

Bezogen auf Straßen und die sie befahrenden motorisierten Verkehrsmittel kommt als ökonomisch ausgerichtete Maßnahme eine Belastung mit Abgaben in Betracht. Die Belastung kann anknüpfen an die Benutzung der Straße selbst (gegebenenfalls stark differenzierend nach der Straßenklasse) oder an die Benutzung von Verkehrsmitteln. Wegen des Gemeingebrauchs an öffentlichen Straßen, die eine Unentgeltlichkeit der Benutzung einschließt, sind

[327] SRU 2004, S. 892.
[328] Herrmann in: Koch H-J (2000) Rechtliche Instrumente einer dauerhaft umweltgerechten Verkehrsentwicklung, S. 107 ff.

Maut und andere Formen entgeltlicher Straßennutzung in Deutschland nur schwach ausgeprägt. Die meisten heutigen Abgaben knüpfen an die Emission von Luftschadstoffen der Kraftfahrzeuge und weniger an diejenige von Verkehrslärm an. Da aber beide Emissionen gemeinsam auftreten, könnten sie in einer Abgabenlösung simultan kontrolliert werden, jedenfalls solange sich keine technische Notwendigkeit einstellt, zwischen Lärm- und Schadstoffminderung entscheiden zu müssen.

(1) Maut und Road-Pricing

Die Erhebung von zeit- oder streckenabhängigen bzw. kombinierten Gebühren (öffentlich-rechtlich) oder Entgelten (privatrechtlich) für die Benutzung öffentlicher Straßen wird als Maut oder Road-Pricing bezeichnet. Sie ist in Deutschland erst ansatzweise ausgeprägt und seit der Umsetzung des automatisierten Mauterfassungssystems (Toll Collect) am 1. Januar 2005 für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen verbindlich.[329] Zur Verstärkung von Investitionen in das Bundesfernstraßennetz dürfen heute auch Private Aufgaben des Neu- und Ausbaus von Bundesfernstraßen auf der Grundlage einer Gebührenfinanzierung wahrnehmen; auch insofern sind die gesetzlichen Grundlagen für eine Mauterhebung geschaffen.[330]

Bepreisungen haben in erster Line Lenkungsfunktion, aber auch Ausgleichs- und Finanzierungsfunktionen. Unter Lärmschutzgesichtspunkten ist es ihr Ziel, mit Hilfe differenzierter Kostenanlastungen das Verkehrsverhalten zu beeinflussen. Dadurch könnte zugleich eine Optimierung der Auslastung der vorhandenen Infrastruktur erreicht werden. Daneben können die zur Verringerung der Lärmbelastung aufzuwendenden Kosten der Straßeninfrastruktur (Schallschutzmaßnahmen) in die Berechnungsgrundlage für das Entgelt einbezogen werden. Neben diese Finanzierungsfunktionen tritt wiederum der Gedanke, die externen Kosten besser ins Bewusstsein der Verkehrsteilnehmer zu heben. Wegen dieser Effekte erachtet auch der SRU das Konzept der Straßennutzungsgebühr als sinnvolles Instrument zur Steuerung von Verkehrsströmen.[331]

Das Mautsystem ließe sich im Rahmen der Entwicklung intelligenter Verkehrsleitsysteme im Zusammenhang mit einer weiteren Privatisierung von Straßenabschnitten ausbauen. Anstöße hierzu sind von Seiten des Europäischen Gemeinschaftsrechts erfolgt, das die Mauterhebung als Wettbewerbs-

---

[329] Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen (Autobahnmautgesetz – ABMG) vom 5. April 2002, BGBl. I S. 1234.

[330] Vgl. §§ 1, 3 des Gesetzes über den Bau und die Finanzierung von Bundesfernstraßen durch Private (Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz) vom 20. Januar 2003, BGBl. I S. 98. Ferner etwa die Verordnung über die Höhe der Maut für die Benutzung des Herrentunnels vom 6. Juli 2005, BGBl. I S. 2108.

[331] SRU, Sondergutachten Umwelt und Straßenverkehr, 2005, Tz. 559 unter Hinweis auf SRU, Umweltgutachten 1994, Tz. 799 ff.

faktor betrachtet.[332] Zwar stehen Benutzungsgebühren und -entgelte grundsätzlich im Widerspruch zum straßenrechtlichen verankerten Gemeingebrauch des deutschen Rechts, der begrifflich die Unentgeltlichkeit der Wegebenutzung einschließt. Dieser Grundgedanke schließt jedoch die Bepreisung bei entsprechender gesetzlicher Ermächtigung nicht aus. Die Entwicklung derartiger Verkehrsleitsysteme mit ökonomisch ausgerichteten Wahlmöglichkeiten ist in nicht allzu ferner Zukunft zu erwarten; die technischen Möglichkeiten dafür stehen zur Verfügung. Allerdings läge in einer umfassenden Abkehr vom Prinzip unentgeltlicher Benutzungsmöglichkeit der bereitgestellten Infrastruktur ein Paradigmenwechsel, der in seinen Gesamtwirkungen wohl überlegt sein will.

(2) Kraftfahrzeugsteuer

Unter den bestehenden Umweltabgaben hat allein die Kraftfahrzeugsteuer, die aufkommensstärkste Ländersteuer, eine potentiell lärmrelevante Lenkungswirkung. Sie stellt eine Abgabe auf das bloße Halten eines Kraftfahrzeugs dar. Bei ihrer Ausgestaltung ist der Gesetzgeber – bei Wahrung von Diskriminierungsfreiheit und Sozialverträglichkeit – im Wesentlichen frei, weshalb sich ihre Tarifierung zunehmend auch an den Umwelteigenschaften der Nutzfahrzeuge orientiert. Eine Staffelung (auch) nach Geräuschemissionsklassen ist grundsätzlich möglich, wenngleich die Kfz-Steuer ursprünglich als Ausgleich für die (gebühren- und entgeltfreie) Beanspruchung öffentlicher Straßen geschaffen wurde. Sie hat aber den Nachteil, wegen ihres Fixkostencharakters die umweltrelevante Nutzungsintensität der Fahrzeuge nicht berücksichtigen zu können, also den paradoxen Effekt rentabilisierender Vielnutzung begünstigt (Fixkostendegression). Der Umbau zu einer rein lärmemissionsbezogenen Steuer dürfte zwar finanzverfassungs- und gemeinschaftsrechtlich zulässig sein, empfiehlt sich deshalb aber praktisch nicht. Ihre wesentliche Anreizwirkung in Bezug auf Emissionen entfaltet die Kfz-Steuer ohnehin vorzugsweise über die Abgabenerleichterung bei der Anschaffung von Fahrzeugen, deren Emissionsverhalten dem neuesten Stand der Technik entspricht. Damit ergänzt sie produktbezogene Anforderungen als Förderung einer zügigeren Marktdurchsetzung.

(3) Mineralölsteuer

Die Mineralölsteuer, die aufkommensstärkste Bundessteuer, hat auf den Lärm praktisch keinen steuernden Einfluss. Sie steht über den Kraftstoffverbrauch in einem gewissen Zusammenhang mit den tatsächlichen Fahrleistungen. Wenn deshalb teilweise die Abschaffung der Kfz-Steuer und ihre Umlegung auf die Mineralölsteuer gefordert wird, so ist dies vom Sachver-

---

[332] Zur Erhebung von „Gebühren“ für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge vgl. RL 1999/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1999, Abl. EG Nr. L 187 vom 20. Juli 1999; ferner den Vorschlag der Kommission zur Neufassung vom 23. Juli 2003.

ständigenrat[333] mit guten Gründen als nicht sinnvoll abgelehnt worden.[334] Denn die Mineralölsteuer berücksichtigt weder die Umwelteigenschaften des Nutzfahrzeugs noch die Sensitivität der befahrenen Strecke. In wesentlichen Teilen, gerade beim Güterkraftverkehr, belastet sie lediglich den nationalen Verkehrsteilnehmer und fördert den „Benzintourismus" großtankiger Fahrzeuge im Transitverkehr. Unter Lärmschutzgesichtspunkten ist die Mineralölsteuer vollkommen ungeeignet, weil ein Zusammenhang mit den Lärmemissionen nur durch ihre Auswirkungen auf Fahrtenhäufigkeit und -länge besteht. Außerdem zeichnen sich die Verkehrsteilnehmer als Folge einer breiten Angewiesenheit auf motorisierten Verkehr durch eine relative Unempfindlichkeit gegen Preissteigerungen aus, sodass erst drastische Erhöhungen quantitativ spürbare, akustisch in der Summe aber nicht ins Gewicht fallende Effekte (vgl. oben F.4.5.2.2) bringen.

4.6.5 Beeinflussungen des Luftverkehrs

(1) Benutzungsvorteile

Im Luftverkehr als ökonomische Anreize wirksam sind derzeit allein Benutzungsvorteile. Seit der Ausphasung der Kapitel-2-Flugzeuge ist die Einräumung von Benutzungsrechten (Nachtflugerlaubnis) auf Flughäfen für Bonuslisten-Flugzeuge (oben F.4.2.3.2) allerdings kaum noch wirksam. Denn der ganz überwiegende Teil der Flugzeugflotten entspricht bereits dem neuesten Lärmzertifizierungs-Kapitel 4. Hier ist die Schaffung neuer Anreize geboten. Inwieweit sich dies national und gemeinschaftsrechtlich mit Hilfe der Einräumung weiterer Benutzungsvorteile oder Betriebsbeschränkungen bewerkstelligen lässt, ist angesichts der Entschließung 33/7 der ICAO fraglich (Stoffel 2004). Bedeutsam sind weiterhin die deutlich stärker differenzierenden Staffelungen der von den Flugplatzbetreibern privatrechtlich erhobenen Landeentgelte (§ 43 LuftVZO). Auf Landeplätzen sind propellergetriebene Luftfahrzeuge nach § 4 der Landeplatz-Lärmschutz-Verordnung von den sonst geltenden zeitlichen Einschränkungen der Landeplatzbenutzung ausgenommen, wenn sie erhöhten Schallschutzanforderungen genügen.

(2) Kerosinsteuer und Emissionsabgaben

Umweltabgaben für Luftverkehrsleistungen werden seit langem ergebnislos gefordert. Diskutiert werden eine Steuer auf Kerosin, den für große Strahlflugzeuge benötigten Treibstoff, und streckenbezogene Emissionsabgaben wie die Einbeziehung von Kerosin in den europäischen Handel mit CO_2-Zertifikaten.[335] Diese Maßnahmen dürften verfassungs- wie gemeinschafts-

[333] SRU, Umweltgutachten 1994, Tz. 792.

[334] Vgl. Sacksofski in: Koch H-J (2000) Rechtliche Instrumente einer dauerhaft umweltgerechten Verkehrsentwicklung, S. 134.

[335] Dazu UBA (Hrsg.), Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs, Forschungsbericht 205 06 085 (alt), neu: 295 45 085 UBA-FB 000161, März 2001.

rechtlich zulässig sein, zumal es sich bei der Kerosinsteuer um eine echte Steuer handelt. Grundsätzliche Billigung finden diese Maßnahmen auch durch die ICAO und die EG bei Erfüllung eines 6-Punkte-Programms, das vor allem auf Herstellung international identischer Wettbewerbsbedingungen zielt. Faktisch ließen sie sich wegen der stark wettbewerbsrelevanten Wirkung aber bislang nicht ohne Beteiligung der USA durchsetzen, die sich strikt gegen Abgaben ausgesprochen haben. Lärmrelevante Bedeutung haben derartige Maßnahmen, wie für die Mineralölsteuer ausgeführt (oben F.4.5.3.4), allenfalls mittelbar, sofern sie den Einsatz lauter (abgasstärkerer) Luftfahrzeuge dämpfen und den Einsatz leiserer fördern oder zur Reduzierung der Flüge beitragen. Aber auch eine Berücksichtigung von Fluglärm im Zertifikatsystem würde an der geflogenen Strecke und nicht an der Lärmbelastung ansetzen. Sie hätte deshalb keine Lenkungswirkung.

(3) Finanzhilfen
Als Finanzhilfen mit lärmreduzierenden Effekten kommen theoretisch Subventionen in Form von Verschrottungsprämien für veraltetes Fluggerät in Betracht. Wegen der heutigen Flottenzusammensetzung, die weitgehend dem neuesten Stand entsprechen, sind sie praktisch aber nicht in Betracht zu ziehen. Überdies wäre das EG-Beihilfenregime zu beachten, das Subventionen insofern nur in sehr begrenztem Umfang zulässt.

4.7 Informationelle Instrumente

4.7.1 Dimensionen der Umweltinformation

Umweltinformationen sind Grundlage jeder staatlichen Umweltpolitik (Kloepfer 2003, 5 ff.). Im modernen Umweltstaat kommen staatlichem Informationshandeln drei Dimensionen zu: Der Staat gewinnt und bevorratet Informationen (Informationsbeschaffung), er stellt sie zum Abruf durch Interessenten zur Verfügung (Informationszugänglichmachung) und er gibt sie aktiv und gezielt weiter (Aufklärung und Verbreitung).

Die Beschaffung, Vorhaltung und Verbreitung umweltrelevanter Daten liegt durchweg im originären Interesse des modernen Umweltstaates. Die gezielte und sachgerechte Erhebung von Daten verschafft staatlichen Stellen Kenntnis von Gefahren- oder Besorgnispotenzialen und deckt Regelungsnotwendigkeiten wie Abwehrmöglichkeiten auf: Maßnahmen ohne sorgfältige Problemanalyse und Planung sind „blind“. Umweltinformationen befriedigen aber nicht selten zugleich ureigene Interessen von Privaten, die ihr eigenes Verhalten an ihnen ausrichten oder mit ihrer Hilfe auf Fremdverhalten Einfluss nehmen wollen (Kloepfer 2005, 41 ff.).

4.7.2 Informationsgewinnung

Den traditionell größten Anteil am staatlichen Informationshandeln macht die Informationsbeschaffung aus. Sie erfolgt zum einen im Zusammenhang

mit der Zulassung emittierender Anlagen, weil der Anlagenbetreiber seinem Antrag umweltrelevanten Daten beifügen muss. Dadurch werden umweltrelevante Vorhaben, die durchweg einer staatlichen Zulassung und fortlaufenden Kontrolle unterliegen, zu einer besonderen Erkenntnisquelle. Bedeutsam sind ferner sonstige Berichts- und Anzeigepflichten, die unmittelbar gesetzlich vorgesehen sein oder auf behördliche Anordnung im Einzelfall zurückgehen können. Zu nennen sind z.B. das luftrechtliche Anzeigeverfahren nach § 45 Abs. 1 Satz 2 und Abs. 2 Satz 1 LuftVZO sowie die Anzeigen für immissionsschutzrechtliche Altanlagen nach § 67 Abs. 2 BImSchG. Solche Pflichten haben allerdings, weil auf Anlagenbetreiber zugeschnitten, im Verkehrsbereich untergeordnete Bedeutung.

Bedeutsamer ist die Informationsbeschaffung durch statistische Erhebungen (z.B. nach dem Verkehrsstatistikgesetz[336]), Datenaustausch zwischen staatlichen Stellen und wissenschaftliche Beratung (z.B. durch das Umweltbundesamt oder den 1971 errichteten Rat von Sachverständigen für Umweltfragen), vor allem aber durch Umweltbeobachtung. Letztere dient in Form der *Umweltverträglichkeitsprüfung* der Erlangung von Umweltinformationen im Vorfeld der Planung potentiell umweltbeeinträchtigender Vorhaben und ist – mit wesentlichen Anstößen aus dem europäischen Umweltrecht – im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung zentral geregelt und integraler Bestandteil aller formellen Zulassungsverfahren (auch) für Verkehrsprojekte (Kloepfer 2004, § 5 Rn. 328-380). Projektunabhängig, aber in deren Planung ebenfalls einzubeziehen, besteht daneben die Lärmminderungsplanung neuer Art nach §§ 47a bis f BImSchG und der Umgebungslärm-Richtlinie (dazu G), die mangels weitergehender Kompetenzen der EG im Wesentlichen ebenfalls ein reines, wenn auch auf intensiver Ermittlung beruhendes, Informationsinstrument darstellt.

4.7.3 Indirekte Verhaltenssteuerung durch Information

Der Staat kann die von ihm vorgehaltenen, gegebenenfalls sachverständig aufbereiteten Informationen zur Verhaltensbeeinflussung der Bürger einsetzen. Das gilt mit Blick auf Konsumenten (Marktteilnehmer) etwa bei deren Entscheidungen über die Anschaffung eines neuen Verkehrsmittels, mit dessen Eigenschaften erhebliche Folgekosten (Verbrauch, Steuern) verbunden sind. Ein verbreitetes Mittel der Verbreitung solcherart bewertender Informationen ist die Vergabe von Umweltzeichen („Blauer Engel“), die sich auf Lärm bislang allerdings nur dort beziehen, wo die Geräuschentwicklung von

[336] Vgl. Gesetz über die Statistik der See- und Binnenschifffahrt, des Güterkraftverkehrs, des Luftverkehrs sowie des Schienenverkehrs und des gewerblichen Straßen-Personenverkehrs (Verkehrsstatistikgesetz, VerkStatG)) vom 17. Dezember 1999 (BGBl. I S. 2452), in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Februar 2004 (BGBl. I S. 318).

Geräten ein kaufrelevantes Kriterium darstellt. Wo solche Kennzeichnungen fehlen, muss eine hinreichende Information über die Konsequenzen der Kaufentscheidung auf andere Art gewährleistet werden. Denn ohne Information ist Verhaltenssteuerung durch produktbezogene Regelungen nicht zu erreichen.

Neben der Umweltberichterstattung und die Begründung von Ansprüchen auf Herausgabe verfügbarer Informationen (in den Informationsfreiheitsgesetzen des Bundes[337] und der Länder) betreibt der Staat zulässigerweise gezielte Aufklärung durch Empfehlungen, Warnungen oder Hinweise.[338] Ferner zielt er auf Bewusstseinsbildung, für den Verkehrsbereich etwa in Form von Mobilitätspädagogik und mediengestützte Verbreitung von Best-Practice-Wissen (Kloepfer 2004, § 14 Rn. 250 f.).[339] Auch sie ergänzen in notwendiger Weise ordnungsrechtliche Vorgaben, damit etwa die Lärmminderungspotenziale von Langsamfahrstrecken (wie Tempo-30-Zonen) nicht durch unangepasste Bedienung des jeweiligen Verkehrsmittels wieder verspielt werden. Schließlich können mit sog. Public-Awareness-Maßnahmen den Lärmverursachern wie den zuständigen Stellen die Folgen eines unerwünschten Verhaltens vor Augen geführt werden. Dazu gehört vor allem die Bewusstmachung von Lärmbrennpunkten, Maßnahmen sind die strategische Lärmkartierung nach der EG-Umgebungslärmrichtlinie (jetzt § 47c BImSchG), die wirkungsadäquate Gestaltung von Mess- und Berechnungsverfahren oder die akustische Zustandserfassung von Straßenbelegen und der Gleisbeschaffenheit.

Die Aufklärung durch Verbreitung von Informationen stößt an Grenzen, die sich aus der Struktur moderner, weithin individualistisch organisierter Gesellschaften ergeben. Denn die Auswirkungen des unerwünschten Verhaltens, über die aufgeklärt wird, kollidieren in der Regel mit starken gegenläufigen Eigeninteressen und sie treffen, meist in Gestalt von Langzeitwirkungen, eine anonyme Allgemeinheit, nicht aber unmittelbar den Adressaten der Aufklärung. Er weist zudem der eigenen Verantwortlichkeit für etwaige Schäden eine untergeordnete Bedeutung zu und sieht die Verantwortung für Abhilfe gern bei der Allgemeinheit.

---

[337] Dazu Kloepfer/von Lewinski, Das Informationsfreiheitsgesetz des Bundes (IFG), DVBl. 2005. 1277.

[338] Die Bundesregierung ist auf Grund ihrer Aufgabe der Staatsleitung überall dort zur Informationsarbeit berechtigt, wo ihr eine gesamtstaatliche Verantwortung zukommt, die mit Hilfe von Informationen wahrgenommen werden kann, vgl. BVerfG, Beschluss vom 26. Juni 2002 – 1 BvR 558/91, 1 BvR 1428/91 –, NJW 2002, 2621; Nichtannahmebeschluss vom 12. August 2002 – 1 BvR 1044/93 –, NVwZ-RR 2002, 801.

[339] OECD, Agenda 21, Kap. 4; BMU 1993, Kap. 4.

4.8 Kooperative Steuerungsmodelle

4.8.1 Allgemeine Vorbemerkung zu neuen Steuerungsmodellen

Auch jenseits der Verhaltensbeeinflussung durch staatliches Informationshandeln treten neben die traditionelle staatliche Regelsteuerung (der Staat als Normgeber, Industrie und Bürger als Normadressaten) international wie national zunehmend Formen informaler umweltpolitischer Steuerung, deren Vorzüge gern mit dem Prädikat „Soft-Policy-Maßnahmen" hervorgehoben werden. Dies entspringt der Einsicht, dass ordnungspolitisch initiierter Lärmschutz in bestimmten Umweltbereichen nur eine begrenzte Effektivität aufweist, sowie dem Bewusstsein für die wachsende Komplexität der Problemlagen angesichts einer Vielzahl von Handlungsebenen (lokal bis global), Sektoren, Entscheidern und Interessenten (zum Luftverkehr: Wysk 2003, 277). Die Erkenntnis, dass im internationalen, globalisierten Zusammenhang keine übergeordnete Institution besteht, die zu verbindlicher Entscheidung berufen ist, macht eine Ergänzung des hergebrachten Steuerungsrepertoires notwendig, vor allem, wo sich langfristige Allgemeininteressen gegen – meist gut organisierte – Teilinteressen durchsetzen müssen. Darin liegt kein staatlicher Rückzug, sondern eine Aktivierung von Elementen gesetzesfreier, konsensorientierter Politikgestaltung im Umweltbereich. Solche Strategien bedürfen regelmäßig einer institutionell hochrangigen Beauftragung und müssen durch personelle und institutionelle staatliche Kapazitäten abgesichert sein.

4.8.2 Allgemeine Merkmale neuer Maßnahmekonzepte

Die modernsten Maßnahmekonzepte entsprechen dem umweltpolitischen Kooperationsprinzip (F.3.4). Sie appellieren an die ökonomische Vernunft und die Mitwirkung der Verkehrsakteure. International ist ein solches Vorgehen durch das Steuerungskonzept der Agenda 41 vorformuliert. Man spricht von Governancekonzepten, die als politische Steuerung auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen sollen, nämlich durch Langzeitplanung, ziel- und ergebnisorientierte Steuerungen, Umweltpolitikintegration, kooperatives Regieren sowie Selbstregulierung und Partizipation.[340]

Richtig an solchen Konzepten, die allerdings erst in Ansätzen ausformuliert sind, ist die Erkenntnis, dass das hergebrachte Handeln des Staates im nationalen Rahmen auf Grenzen stößt. Im multipolaren Verhältnis zwischen einer eigenständig und international agierenden Vielzahl von Produzenten, Konsumenten, Interessenverbänden, Institutionen und Wissenschaften muss der Staat eine neue Aufgabe als Moderator bzw. Mediator übernehmen. Die Vorteile solcher Governancekonzepte liegen darin, dass sie nicht auf formalisierten oder gesetzlich fixierten Verfahren beruhen und im Rahmen der Kompetenzordnung flexibel gestaltbar sind. Einer

[340] Vgl. SRU, Umweltgutachten 2004, abgedruckt BT-Drucks. 15/3600, Tz. 1176 ff.

besonderen gesetzlichen Ermächtigung bedarf es nicht. Langfristige parlamentarische Entscheidungsprozesse werden abgekürzt. Konsensuale Willensbildung verringert die Widerstände bei der Umsetzung vereinbarter Maßnahmen und die Maßnahmen stoßen auf stärkere Akzeptanz bei einbezogenen Betroffenen. Erfolgreich werden sie letztlich aber nur dann sein, wenn und soweit sich für die Beteiligten ein positives Summenspiel ergibt.

4.8.3 Informale Zielvorgaben

In allen staatlich initiierten oder begleiteten Dialogen haben unverbindliche, aber politisch ernstzunehmende Zielvorgaben erhebliche Bedeutung für die Initiierung des technischen Wandels. Sie zeigen die kalkulierbaren langfristigen Notwendigkeiten auf, regen frühzeitig zu Anpassungsprozessen an und bieten klare Perspektiven für Innovationen. Den betroffenen Unternehmen bringen sie Planungssicherheit und sind dadurch investitionswirksam. Da ihnen die rechtliche Verbindlichkeit fehlt, ist in der Regel eine andere Formalisierung der Zielfindungsprozesse notwendig. Hinter den staatlichen Zielvorgaben muss indes die vernehmliche Androhung ordnungsrechtlicher Maßnahmen für den Fall stehen, dass die staatliche Initiative nicht aufgegriffen wird. Überdies muss sichergestellt und als ernstzunehmend verdeutlicht sein, dass die staatlichen Vorstellungen einzelne Wahlperioden überdauern werden.

4.8.4 Modelle staatlicher Moderatorentätigkeit

Als Modelle moderner Moderatorentätigkeit werden insbesondere diskutiert[341] *Supervisionen*,[342] *Sektor- oder Dialogstrategien*[343] und die *Partizipation*, mit der der gezielte Dialog mit Verursachern ergänzt wird durch dialogische Einbeziehung von Umweltverbänden, Bürgern und Medien in die Entscheidungsvorbereitung. Als Formen bieten sich an: Anhörungen, Öffentlichkeitsbeteiligungen, Expertendialoge, Bürgerforen und Mediationsverfahren.[344] Dabei können schwach repräsentierter Interessen über staatliche Zuständigkeits- und Verfahrensregeln und externe Validierung

---

[341] SRU (2004) Umweltgutachten, a.a.O., S. 863 ff.

[342] Mit ihnen werden Unternehmen Instrumente der Selbstprüfung oder Zertifizierung zur Verfügung gestellt.

[343] Sie bezeichnen kompetente Managementverfahren in problemverursachenden Sektoren (Bsp.: Atomausstieg), in denen Verursacher systematisch mit den Langzeitproblemen konfrontiert werden, etwa den ökonomischen Risiken einer zunehmenden Umweltinanspruchnahme, und ihnen spezielle Interessenlagen verdeutlicht werden.

[344] Ein wichtiges Beispiel ist die Frankfurter Flughafen-Mediation, umfassend dazu Siegel Th, Mediation in der luftverkehrsrechtlichen Planfeststellung, NuR 2002, 79 ff.; ders. in: Ziekow: Flughafenplanung, Planfeststellungsverfahren, Anforderungen an die Planungsentscheidung, 2002, S. 77 ff.; Mediationsberichte und -empfehlungen unter www.mediation-flughafen.de.

abgesichert werden (sog. Kontextsteuerung). Als überindividueller ergänzender Kontrollmechanismus ist die Schaffung von Klagerechten von Naturschutzverbänden anzustreben, was im Zuge der Aarhus-Konvention ohnehin gemeinschaftsrechtlich aufgegeben ist. Partizipation hilft, die Informationsdefizite der Entscheidungsträger abzubauen und fördert die Aktivierung zivilgesellschaftlicher Kompetenzen. Ihre Erfolgsbedingungen sind die Gewährleistung von Standards prozeduraler Fairness und die hohe Kompetenz und Offenheit der Diskurspartner. Ihre Probleme sind die Ermüdung der Motivation in unzulänglich organisierten Diskursen, der Missbrauch von Beteiligungen für die Absicht zur bloßen Verhinderung von Vorhaben und die Blockade der staatlich eingesetzten Ressourcen an Zeit und Personal.

4.8.5 Selbstverpflichtungen und Vereinbarungen

Die rechtliche Absicherung dialogisch erarbeiteter Umweltabsprachen stellt ein weitgehend ungelöstes Problem dar (Wysk 2003, 602). Unproblematisch und wegen der medialen Außenwirkung der Betroffenen oft ausreichend wirksam sind industrielle Selbstverpflichtungen ohne Rechtsverbindlichkeit gegenüber dem Staat, Umweltverbänden oder Betroffenen. Daneben sind öffentlich-rechtliche und privatrechtliche Verträge dort denkbar, wo identifizierbare Probleme, greifbare, verantwortliche Partner für Maßnahmen und rechtlich strukturierbare Gegenstände vorliegen (Kloepfer 2004, § 5 Rn. 483 ff.). Im Verkehrsbereich sind die Einsatzmöglichkeiten formalisierter Absprachen indes wegen der Vielzahl von Akteuren regelmäßig begrenzt.

4.9 Folgerungen

Der Staat bekämpft den Lärm derzeit erkennbar heterogen und selektiv, allerdings auf allen Ebenen. Das Hauptproblem besteht darin, dass Lärmbekämpfung in praktischer Hinsicht stets eingebunden ist in die – mit wirtschaftlichem Fortschritt prinzipiell gleichgesetzte – Ermöglichung von lärmerzeugenden Nutzungen im Form von Transportleistungen, denen erst ab einer im Einzelfall zu definierenden „Unzumutbarkeitsgrenze“ entgegengewirkt wird. Darin ist die Wertung eingeschlossen, dass jeder unterhalb dieser Grenze liegende Lärm hinzunehmen ist, wenn er durch nicht verbotene Tätigkeiten ausgelöst wird.

Wirksame Abhilfe gegen Lärm kann letztlich oft nur im koordinierten Zusammenwirken mehrerer Instrumente geschaffen werden kann. Zwar bestehen auf allen Ebenen eine Vielzahl von alten und neuen Anknüpfungspunkten und Instrumenten der Lärmbekämpfung; gerade dies aber erschwert eine Lärmschutzstrategie aus einer Hand. Denn die Entscheidungsbefugnisse sind weitgehend zersplittert, und enorm ist die Zahl der Entscheidungsträger, die oft disparate Interessen zu wahren haben. Die

materiell-rechtliche Koordinierung zwischen Entscheidungsträgern und Handlungsebenen ist theoretisch nur schwach ausgeprägt und praktisch oft leerlaufend. Ein abgestimmtes Vorgehen ist daher bislang nicht möglich. Ob die neue Lärmaktionsplanung (§ 47d BImSchG) hier durchgreifende Verbesserungen bringen kann, bleibt abzuwarten.

4.10 Auswahlkriterien für Maßnahmen

Aus Sicht der Lärmbetroffenen gehört die Forderung nach massivem Einsatz staatlicher Instrumente gegen Verkehr und seinen Lärm zu den Herzstücken ihrer Verbandspolitik.[345] Für eine verantwortliche Umweltpolitik sind die sich insofern stellenden Fragen deutlich komplexer. Es geht um die Identifizierung (a) der Problemlagen und ihrer Ursachen, (b) der zu Gebote stehenden Steuerungsmechanismen, vor allem aber (c) um die theoretische und praktische Durchdringung der Effekte von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel. Die Vorhersage ihrer Wirkungen gleicht in einem hochkomplexen Wirtschafts- und Sozialgefüge einem „japanischen Fadenspiel", da Maßnahmen faktisch niemals isoliert wirksam werden, sondern in einem immer schon vorhandenen Instrumentenverbund, und teils von sozioökonomischen Strukturen, teils von psychologischen Gesetzmäßigkeiten bestimmt werden. Dabei ist immer mit multiplen und paradoxen Effekten zu rechnen, die bei der Emission von Lärm wirksam, bei Luftschadstoffen aber etwa kontraproduktiv sein können. In solchen Fällen hätte der Staat die Prioritäten zu setzen. Er muss dabei, aber auch sonst, jeder Versuchung widerstehen, die Nutzung der Infrastruktur allein durch Anhebung der Abgabenlast zu lösen oder Instrumente auszubauen, die in der Summe zu Erdrosselungseffekten führen. Im Zentrum stehen auch insoweit Abwägungen, die in zahlreichen gesellschaftlichen, politischen, verwaltungsmäßigen und gerichtlichen Prozessen Gestalt gewinnen, aber maßgeblich durch politische Wertsetzungen und Vorgaben gesteuert werden können und auch sollten. Eine sachlogisch einleuchtende oder aus sich heraus vorzugswürdige Hierachisierung der Instrumente – Vermeidung vor Minimierung, Minimierung vor Schallschutz, Schallschutz vor Entschädigung – ist unter Effizienzaspekten nicht zu beachten.

[345] Vgl. etwa VCD, Maßnahmen gegen Verkehrslärm – Politische Handlungsansätze für eine leise Zukunft (2003), www.vcd.org. BFV, Fluglärm – Aufgaben und Möglichkeit für die Kommunen (2003), www.fluglaerm.de.

5 Abwägungsebenen

Verkehrslärm entsteht durch Straßen-, Schienen-, Luft- und Wasserfahrzeuge. Aufgrund des unterschiedlich hohen Verkehrsaufkommens, der technischen Möglichkeiten und politischer Prioritäten schwankt die Anzahl der Regelungen zur Lärmbekämpfung in den vier Bereichen erheblich. Hinzu tritt das Problem, wie Lärmgrenzwerte zu ermitteln sind, denn jeder Mensch empfindet Lärm unterschiedlich. Grundsätzlich, das wurde bereits gesagt[346], stellen Gesetze und Rechtsprechung hierbei auf einen „Durchschnittsmenschen" ab (vgl. Böhm 1996; zur Entwicklung des deutschen Lärmschutzbegriffs vgl. Fickert H C 2004).[347] Schon das Reichsgericht befand im Jahr 1906, dass in aller Regel der zu vermutende Wille der Mehrheit der Bevölkerung einer bestimmten Gegend nicht dahin geht, unnötigen Lärm zu ertragen.[348] Was aber ist aus Sicht der Verfassung und der einfachen Gesetze *„unnötiger Lärm"* und wo ist die Grenze zu ziehen? Dort, wo sich normierte Grenzwerte finden lassen, fällt die Antwort leichter. Jedoch macht auch ein noch so präziser Grenzwert die Berücksichtigung der Grundrechte im Einzelfall, sowohl der Lärmemittenten als auch der Lärmbetroffenen, nicht entbehrlich.

5.1 Internationales Recht

Lärmemissionen und die damit verbundenen Lärmstörungen wirken lokal und regional, d.h. sie führen vor Ort zu Belastungen der Bevölkerung. Bei Fluglärm sind dies die Anwohner eines Flughafens als diejenigen, die von Starts und Landungen geräuschintensiver Flugzeuge betroffen werden.[349] Hier können Erleichterungen durch Betriebsbeschränkungen oder auch aufgrund veränderter Start- und Landerouten erreicht werden. Das emittierende Flugzeug aber, das aufgrund veralteter Triebwerkstechnik erheblichen Lärm verursacht, ist häufig in anderen Ländern zugelassen. Insofern ist eine Regelungsbefugnis der zuständigen nationalen Behörden (für die Zulassung

---

[346] Vgl. Abschnitt F 2.3.3.

[347] Vgl. zur Untauglichkeit dieses Kriteriums für die raum- und akzeptorbezogene Modellierung von Geräuschbelastungen D.6.2.3.

[348] Abgedruckt in Feldhaus G (2000) Bundesimmissionsschutzgesetz. Entscheidungssammlung, 13. Auflage, Heidelberg, § 906 BGB – 3 S. 3.

[349] Vgl. zu den Lärmquellen am Flugzeug Abschnitt D.3.3.

des Flugzeugs) aufgrund des Territorialitätsprinzips nicht gegeben (Es bliebe höchstens ein Landeverbot für solche Flugzeuge. Der betroffene Staat könnte dann aber seine Flughäfen ebenso sperren, was dann wiederum nachteilig für die eigene Luftfahrtwirtschaft wäre). Die jeweils räumlich begrenzte – grundsätzlich auf das Staatsgebiet beschränkte – Regelungsbefugnis der Staaten ist ein immanentes Problem der grenzüberschreitenden Lärmbekämpfung. Es lässt sich im Wesentlichen nur durch internationale Verträge oder sonstige Formen internationaler Zusammenarbeit bewältigen.

Das Beispiel des Flugverkehrs macht deutlich, dass Regelungen auch auf völkerrechtlicher Ebene notwendig sein können, um einen effektiven Verkehrslärmschutz vor Ort zu erreichen. Wenn durch internationale Abkommen Lärmgrenzwerte festgesetzt werden, hilft dies auch den Flughafenanwohnern. Hier finden sich bereits Vorgaben für den Straßenverkehr und die Luftfahrt, während der Schienenverkehr außerhalb der Europäischen Union bisher – soweit ersichtlich – lediglich Gegenstand unverbindlicher Konsultationen ist.

5.1.1 Straßenverkehrslärm

Unter dem Dach der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) arbeitet seit 1952 das Weltforum für die Harmonisierung der Regelungen für Kraftfahrzeuge.[350] Das hier maßgebliche Abkommen von 1958 war ursprünglich auf Sicherheitsaspekte beschränkt. Inzwischen sind die gemeinsamen technischen Vorschriften des Abkommens durch nachfolgende Annexregelungen zum Lärmschutz ergänzt worden. Mit der Regelung Nr. 41 über einheitliche Vorschriften für Geräuschemissionen von Motorrädern und der Regelung Nr. 51 über einheitliche Vorschriften für Geräuschemissionen bei Straßenfahrzeugen mit mindestens vier Rädern werden für die Mitglieder (zurzeit 38, davon alle Mitgliedsstaaten der EU) des Abkommens Lärmgrenzwerte aufgestellt. Diese entsprechen den bestehenden europarechtlichen Regelungen.[351]

5.1.2 Schienenverkehrslärm

Die international tätigen Eisenbahnunternehmen stimmen sich unter dem Dach des Internationalen Eisenbahnverbandes (Union internationale des chemins de fer, UIC) ab. Der UIC entwickelt technische Normen und veröffentlicht regelmäßig Vorstellungen und Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Schienenverkehrs.[352] Nach außen ist der UIC die Interessenvertretung des Schienenverkehrs und gegenüber den Mitgliedern ist das Ziel eine Standardisierung des Schienennetzes und der Schienenfahrzeuge zur Verbesserung des grenzüberschreitenden Verkehrs. Die Beschlüsse haben allerdings nur empfehlenden Charakter, so dass die Implementierung in das Belieben der Mit-

[350] http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm.
[351] Siehe unten F.5.2.2.
[352] Weitere Informationen sind erhältlich: http://www.uic.asso.fr/home/home_de.html.

glieder gestellt ist. Für den besonders lärmintensiven Güterverkehr hat der UIC angeregt, Schallemissionsgrenzwerte für alle neuen, interoperablen Fahrzeuge zu erlassen und bei vorhandenen Fahrzeugen, soweit erforderlich, die Grauguss-Bremsklötze durch Verbundstoffsohlen auszutauschen.[353] Dadurch lässt sich eine Verminderung der Emissionen um bis zu 10 dB(A) erreichen. Im internationalen Vergleich am Fortschrittlichsten präsentiert sich bei der Lärmbekämpfung und -sanierung im Schienenverkehr die Schweiz. Dort werden aufgrund eines nationalen Lärmsanierungsprogramms sämtliche Züge bis 2009 mit leiseren Verbundstoffbremsen umgerüstet. In Deutschland arbeiten seit 1999 das Bundesverkehrsministerium und die Deutsche Bahn AG zusammen, um „*Maßnahmen zur Lärmsanierung an bestehenden Schienenwegen des Bundes*" zu treffen. Dabei werden aufgrund einer von der Bahn erstellten Prioritätenliste zunächst die bestehenden Härtefälle beseitigt.

5.1.3 Flugverkehrslärm

Die internationale Zivilluftfahrt wird durch das Luftfahrtabkommen der internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO-Abkommen) vom 7. Dezember 1944 geregelt.[354] Mit dem sogenannten Chicagoer Abkommen wurde gleichzeitig die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (International Civil Aviation Organization – ICAO) gegründet. Die ICAO ist eine Internationale Organisation, die als Sonderorganisation nach Art. 57 Charta der Vereinten Nationen mit den Vereinten Nationen verbunden ist.

Zertifizierungsnormen und empfohlene Verfahren zur Reduzierung von Fluglärm sind erstmals 1971 vom ICAO-Rat entsprechend den Bestimmungen des Art. 37 ICAO-Abkommen angenommen worden. Danach ist jeder Vertragsstaat verpflichtet, an Vorschriften, Richtlinien oder Verfahren zur Vereinheitlichung der internationalen Luftfahrt in allen Bereichen mitzuarbeiten. Die den Fluglärm betreffenden Normen und Empfehlungen wurden schließlich als Anhang 16 in das Abkommen aufgenommen. Das ICAO-Abkommen ist als völkerrechtlicher Vertrag für die Mitgliedsländer verbindlich – es bleibt aber die Möglichkeit eines völkerrechtlichen „*contracting out*" bei den Anhängen und Richtlinien. Nach Art. 38 ICAO-Abkommen kann jeder Vertragsstaat entscheiden, nachdem er dies der ICAO angezeigt hat, ob er einer solchen Bestimmung folgen will oder dies – aufgrund von entgegenstehenden nationalen Regelungen – nicht kann.

In Anhang 16 Band I („Aircraft Noise") wurden bislang die unterschiedlichen Flugzeugtypen nach Ausmaß der Lärmemissionen in drei Kapitel eingeteilt. Der hier maßgebliche Lärmemissionspegel eines Flugzeugs bei Start und Landung orientiert sich an Größe und Anzahl der Triebwerke. Die seit

---

[353] UIC-Merkblatt 541-3, „Scheibenbremse und ihre Anwendung"; abrufbar unter: http://www.uic.asso.fr/home/paraitre/paraitre.html?PHPSESSID=75efb0b6dedd0759bb74f794e56d9381.

[354] BGBl. 1956 II S. 411 i.d.F. v. 10.5.1984, BGBl. 1996 II S. 219.

1977 unverändert geltenden Grenzwerte des Kapitels 3 sind durch Kapitel 4 mit Wirkung ab September 2006 für Flugzeuge neuer Bauart weiter gesenkt worden. Ein stärkerer Lärmschutz wird dadurch freilich nur bedingt erreicht, da bereits heute die meisten neu zugelassenen Flugzeuge die verschärften Kriterien erfüllen.

5.1.4 Wasserverkehr

Für den Wasserverkehr gibt es, soweit ersichtlich, auf internationaler Ebene noch keine Regelungen, die sich dem Lärmschutz widmen. Für die hier zuständige Sonderorganisation der Vereinten Nationen, die Internationale Seeschifffahrts-Organisation (IMO), stehen die Sicherheit der Schifffahrt und die Bekämpfung der Meeresverschmutzung im Vordergrund. Das Problem zu hoher Verkehrslärmemissionen stellt sich nicht in demselben Maße wie bei den sonstigen Verkehrsträgern, da die Güterschifffahrt deutlich geringere Emissionen verursacht. Die sozioökonomischen Kosten, u.a. Luftverschmutzung und Lärmbelastung, werden auf ⅕ im Vergleich zu denen des Straßenverkehrs geschätzt.[355]

5.2 Europarecht

Es ist der Anspruch der Europäischen Gemeinschaft, eine „*erhebliche Verringerung der Anzahl der Personen, die langfristig andauernden mittleren Lärmpegeln – insbesondere Verkehrslärm – ausgesetzt sind, die gemäß wissenschaftlichen Studien eine gesundheitsschädigende Wirkung haben (...)*“ zu erreichen.[356] Den Versuch einer koordinierten Lärmschutzpolitik hat die Kommission mit einem Grünbuch[357] von 1996 unternommen.[358] Danach solle dem Lärmschutz in der Umweltpolitik der Europäischen Gemeinschaft künftig eine deutlich höhere Priorität zukommen. Eine bessere Koordinierung zwischen den EG-Organen, die Entwicklung von gemeinsamen Lärmbewertungsverfahren und die Festlegung gemeinsamer Lärmbelastungsgrößen werden dazu, neben einer verbesserten Öffentlichkeitsarbeit sowie weiterer Lärmreduzierung an der Quelle, angestrebt. Inzwischen hat die Kommission in einem Weißbuch Ziele und Prioritäten der europäischen Verkehrspolitik bis 2010 skizziert.[359] Der Verkehr, vor allem der Flugverkehr,

---

[355] http://europa.eu.int/comm/transport/iw/overview/assets_de.htm.

[356] Art. 7 Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft, ABl. 2002 L 242/1.

[357] Ein Grünbuch der Europäischen Kommission soll einen Konsultationsprozess auf EU Ebene in Gang setzen, der sich dann häufig mit der Veröffentlichung eines Weißbuchs fortsetzt, welches konkrete Rechtsetzungsvorschläge und Maßnahmen der Kommission benennt.

[358] KOM (1996) 540 endg.

[359] KOM (2001) 370 endg.

wo der höchste Anstieg erwartet wird, müsse umweltverträglich wachsen. Lärm und Abgase sollen also nicht noch weiter zunehmen, sondern idealer Weise trotz eines Anstieges der Verkehrsbewegungen sogar abnehmen.

Nachfolgend sollen, nach einem Blick auf die rechtlichen Grundlagen und Kompetenzen der Europäischen Gemeinschaft für den Lärmschutz, die sekundärrechtlichen Regelungen im Straßen-, Schienen-, Flug- und Wasserverkehr zusammengetragen und bewertet werden.

5.2.1 Primärrecht

Die Umweltpolitik der Gemeinschaft ist im Titel XIX des EG-Vertrages geregelt. Dem Umweltschutz kommt darüber hinaus aufgrund der Querschnittsklausel des Art. 6 EG-Vertrages eine Bedeutung bei allen Gemeinschaftspolitiken zu. Die Erfordernisse des Umweltschutzes müssen stets und insbesondere zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung miteinbezogen werden.[360] Die Gemeinschaft darf jedoch gemäß des Prinzips der begrenzten Einzelermächtigung, Art. 5 EU-Vertrag und Art. 5 Abs. 1 EG-Vertrag, nur tätig werden, wenn in den Verträgen eine Kompetenzgrundlage vorgesehen ist. Ob sich durch den Vertrag über eine Verfassung für Europa der Inhalt der Umweltschutzkompetenz der Gemeinschaft geändert hat, lässt sich noch nicht beurteilen.[361]

Eine Generalermächtigung für umweltschützende Maßnahmen – und damit auch den Lärmschutz – findet sich in Art 175 EG-Vertrag. Auf Grundlage dieser Norm kann der Rat der europäischen Gemeinschaft die Mitgliedstaaten bindende Verordnungen, Richtlinien oder Entscheidungen sowie unverbindliche Empfehlungen erlassen. Das Hauptregelungsinstrument ist dabei die Richtlinie, da sie zwar hinsichtlich des Zieles (z.B. Einhaltung bestimmter Lärmschutzgrenzwerte) für die Mitgliedstaaten verbindlich ist, die Wahl von Form und Mittel zur Umsetzung aber den Staaten selbst überlässt. Dadurch wird u.a. eine möglichst harmonische Einfügung in das jeweilige nationale Umweltrecht erreicht und eine differenzierte Anpassung an das EU-Recht ermöglicht.

Eine ebenso allgemeine Ermächtigung stellt Art. 95 EG-Vertrag dar, wodurch es zu Konflikten mit Art. 175 EG-Vertrag kommen kann, da beide als Rechtsgrundlage für umweltschützende Regelungen herangezogen werden können.[362] Nach dieser Vorschrift trifft der Rat Maßnahmen, *„zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten,*

---

[360] Der EuGH neigt in seiner Rechtsprechung dazu, Belange des Umweltschutzes – wenngleich auf Kosten der dogmatischen Klarheit – als zulässige Beschränkung der Grundfreiheiten anzuerkennen. Vgl. dazu Nowak C (2002) Die Grundfreiheiten des EG-Vertrags und der Umweltschutz. In: Verwaltungsarchiv, 2002, S. 368 ff.

[361] Trüe CH (2004) EU-Kompetenzen für Energierecht, Gesundheitsschutz und Umweltschutz nach dem Verfassungsentwurf. In: Juristische Zeitung (JZ) 2004, S. 779, 786.

[362] Dazu Kloepfer M (2004) Umweltrecht. 3. Auflage 2004, § 9 Rn. 96.

welche die Errichtung und das Funktionieren des Binnenmarktes zum Gegenstand haben". Der Binnenmarkt ist gekennzeichnet durch die Beseitigung der Hindernisse für den freien Waren-, Personen-, Dienstleistungs- und Kapitalverkehr zwischen den Mitgliedstaaten. Die gemäß Art. 95 EG-Vertrag erlassenen Richtlinien, die Lärmschutzvorschriften enthalten, dienen dann auch vorwiegend der Beseitigung von Handelshindernissen, indem sie einheitliche Produktanforderungen erlassen. Indem beispielsweise schon früh Regelungen über den zulässigen Geräuschpegel von Auspuffvorrichtungen erlassen worden sind, wurde sichergestellt, dass Autohersteller ihre Produkte in allen Mitgliedsländern zu gleichen Bedingungen anbieten können. Das Handelshindernis unterschiedlicher Lärmschutzbestimmungen für Auspuffanlagen ist damit beseitigt worden. So wird also eine ursprünglich auf nationaler Ebene umweltpolitisch motivierte (Autos müssen einen bestimmten Lärmschutzstandard erfüllen) in der EG zu einer primär handelspolitischen Regelung (Gewährleistung eines einheitlichen Standards um den freien Handeln unter den Mitgliedstaaten zu ermöglichen). Der Lärmschutz tritt aber nur in den Hintergrund, so dass umweltpolitisch weitergehende nationale Regelungen oftmals möglich bleiben.

Für den Flugverkehr (und die Seeschifffahrt) ist mit Art. 80 Abs. 2 EG-Vertrag eine spezielle Kompetenzzuweisung vorhanden, die auch lärmschutzrechtliche Regelungen zulässt. Die Emissionen des grenzübergreifenden Schienenverkehrs können und werden durch Richtlinien aufgrund des Art. 156 EG-Vertrages beschränkt.[363] Für den Binnenschifffahrtsverkehr gelten primärrechtlich die Vorschriften über die gemeinsame Verkehrspolitik der Art. 70 ff EG-Vertrag gemäß Art. 80 Abs. 1 EG-Vertrag.

5.2.2 Straßenverkehrslärm

Zum Straßenverkehrslärm tragen unterschiedliche Faktoren bei – die Anzahl von Fahrzeugen und deren Fahrleistungen, die Art des Verkehrs (Güter- oder Personenverkehr), das Emissionsverhalten, die Beschaffenheit der Reifen und der Fahrbahn sowie nicht zuletzt das Fahrverhalten der Fahrzeugführer (ruhiges, sparsames Fahren oder „*sportliches*" Fahren im obersten Drehzahlbereich). Die gemeinschaftsrechtlichen Lärmschutzregelungen setzen hier bei den Fahrzeugen selbst, also an der Quelle an. Sie haben auch das Ziel, durch vereinheitlichte Lärmschutzregelungen den Missbrauch nationaler Lärmvorschriften als Handelsschranke zu verhindern.

Bereits 1970 wurden Grenzwerte für den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffvorrichtungen von Kraftfahrzeugen mit der RL 70/157 erlassen.[364] Diese Richtlinie gilt für Pkw, Lkw und Busse. Die Grenzwerte sind seitdem mehrfach gesenkt worden, um das Maß des Lärmschutzes an den

[363] Vgl. für Beispiele unten F.5.2.3.
[364] ABl. 1970 L 42/16.

technischen Fortschritt anzupassen.[365] Inzwischen ist gemäß der RL 92/97 den Mitgliedstaaten ein Abweichen von diesen Grenzwerten nicht mehr erlaubt. Ursprünglich konnten die Unionsländer innerstaatlich höhere Grenzwerte und damit geringere Lärmschutzanforderungen festlegen.[366] Zuletzt sind mit der RL 99/101 die Anforderungen an die Auspuffaustauschanlagen präzisiert worden.[367] Inzwischen sind auch Grenzwerte für Kfz-Reifen mit der RL 2001/43/EG[368] erlassen worden. Es ist empirisch erwiesen, dass mit zunehmender Geschwindigkeit – beim Pkw ab ca. 40 km/h, beim Lkw ab ca. 70 km/h[369] – die Abrollgeräusche der Reifen die Antriebsemissionen der Motor- und Auspuffanlage überwiegen. Insofern bietet sich hier weiteres Lärmminderungspotential. Allerdings gelten die Richtwerte erst ab 30. September 2011 für alle neu auf den Markt kommenden Reifen.

Für Land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen auf Rädern gelten die Bestimmungen der RL 74/151.[370] Auch für Motorräder wurde schon früh eine Regelung über Geräuschgrenzwerte mit der RL 78/1015 erlassen.[371] Die Grenzwerte wurden ebenfalls im Zuge der technischen Entwicklung abgesenkt[372] und inzwischen auch für Auspuffaustauschanlagen verbindlich gemacht.[373] Für Mofas, Mopeds und Mokicks fehlen hingegen europarechtliche Vorschriften. Hier sind für Deutschland die Grenzwerte in der auf § 49 Abs. 2 StVZO bezugnehmenden Anlage XX[374] festgelegt.

5.2.3 Schienenverkehrslärm[375]

Im Bereich des Schienenverkehrs konnte sich ein Vorschlag der Kommission von 1983[376] zur Einführung von Geräuschgrenzwerten bei Schienenfahrzeugen nicht durchsetzen und wurde 1993 zurückgezogen.[377] Inzwischen sind die Arbeiten in diesem Bereich wieder aufgenommen worden und die Kommission hat das sog. „zweite Eisenbahnpaket“ über die europäischen Strategien und Prioritäten zur Bekämpfung des Schienenverkehrslärms vorge-

---

365 RL 77/212, ABl. 1977 L 66/33; RL 81/334, ABl. 1981 L 131/6; RL 84/424, ABl. 1984 L 238/31; RL 92/97, ABl. 1992 L 371/1; RL 96/20, ABl. 1996 L 92/23.
366 Koch H-J (2003), Verkehrslärm in: Rengeling H-W (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. II Teilbd. 1, 2. Aufl., Heymanns, Köln, Rn. 16 f.
367 ABl. 1999 L 334/41.
368 ABl. 2001 L 211/25.
369 http://www.dlr.de/fv-leiserverkehr/index.htm; vgl. D 2 für eine genaue Darlegung der Schallemissionen.
370 ABl. 1974 L 84/25.
371 ABl. 1978 L 349/21.
372 RL 87/56, ABl. 1987 L 24/42.
373 RL 89/235, ABl. 1989 L 98/1.
374 Kloepfer, Nr. 768.
375 Zu den technischen Aspekten der Schienverkehrslärmemissionen vgl. D.3.
376 KOM (83) 706 endg.
377 KOM (96) 540 endg., S. 10.

legt.[378] Neben technischen Lärmminderungsmöglichkeiten wird vor allem auch die Einführung von Schallemissionsgrenzwerten für neue interoperable, d.h. im europäischen Verbundsnetz verkehrende Züge, und die Umrüstung der vorhandenen Fahrzeuge vorgeschlagen. Grenzwerte sind bereits für die europäischen Hochgeschwindigkeitsnetze in der RL 96/48[379] und für die konventionellen transeuropäische Eisenbahnsysteme in der RL 2001/16[380] fixiert worden. Gemäß dem dort festgelegten Verfahren legt die Kommission in Zusammenarbeit mit der Association Européenne pour l'interopérabilité Ferroviaire (AEIF) technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) fest.[381] In Zukunft wird die Europäische Eisenbahnagentur in Lille/Valenciennes die Erstellung und Überwachung der Emissionsgrenzwerte koordinieren.[382]

5.2.4 Flugverkehrslärm[383]

Lange Zeit haben sich die Maßnahmen der Gemeinschaft zur Reduzierung des Flugverkehrslärms auf die Reduzierung von Triebwerkslärm und damit den Kampf an der Quelle beschränkt.[384] Die maßgeblichen Vorgaben wurden dabei den Bestimmungen des ICAO-Abkommens entnommen.[385] Mit der 1992 verabschiedeten Richtlinie 92/14/EWG[386] sind erstmals lärmintensive Flugzeuge von den europäischen Flughäfen verbannt worden. Seit dem 1.4.2002 dürfen gemäß Art. 2 II der RL 92/14/EWG auf den Flughäfen der Gemeinschaft nur noch Flugzeuge landen, die den strengeren Emissionsanforderungen des Kapitels 3 ICAO-Abkommen entsprechen. In Übereinstimmung mit der Entschließung Nr. 33 der ICAO wird nun auch in der Europäischen Union ein *„ausgewogener Ansatz"* bei der Lärmbekämpfung verfolgt. Gemäß der Richtlinie 2002/30/EG[487] zeichnet sich ein solcher Ansatz neben

---

378 Vgl. dazu Ende L und Kaiser J (2004) Wie weit ist die Liberalisierung der Schiene? In: Wirtschaft und Wettbewerb (WuW) 2004, S. 26, 29 ff.

379 ABl. 1996 L 235/6.

380 ABl. 2001 L 110/1.

381 Entscheidung 2002/735/EG der Kommission vom 30. Mai 2002, ABl. 2002 L 245/1 für die Hochgeschwindigkeitszüge und Entscheidung 2004/446/EG der Kommission vom 29.April 2004, ABl. 2004 L 155/1 für die konventionellen Eisenbahnsysteme.

382 Verordnung 881/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29.April 2004 zur Errichtung einer Europäischen Eisenbahnagentur, ABl. 2004 L 164/1.

383 Zu den technischen Aspekte des Flugverkehrslärm vgl. D 4.

384 Richtlinie des Rates vom 20.12.1979 zur Verringerung der Schallemissionen von Unterschallflugzeugen RL 80/51/EWG, ABl. 1980 L 18/26; Richtlinie des Rates vom 4.12.1989 zur Begrenzung von Schallemissionen von zivilen Unterschallflugzeugen RL 89/629/EWG, ABl. 1989 L 363/27.

385 Koch H-J (2003), Verkehrslärm in: Rengeling H-W (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. II Teilbd. 1, 2. Aufl., Heymanns, Köln, Rn . 24.

386 ABl. 1992 L 76/21.

387 ABl. 2002 L 85/40.

einer weiteren Reduzierung des Fluglärms an der Quelle, durch Maßnahmen zur Flächennutzungsplanung und -verwaltung sowie lärmmindernde Betriebsverfahren und Betriebsbeschränkungen aus.[388]

Die Ziele einer europäischen Luftverkehrspolitik sind von der Europäischen Kommission in ihrer Mitteilung an den Rat und das Europäische Parlament *„Luftverkehr und Umwelt, Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung"* niedergelegt worden.[389] Trotz steigender Flugzahlen sollen die negativen Umweltauswirkungen verringert werden. Dazu können nach Ansicht der Kommission eine verbesserte Raumplanung bei Flughäfen, weitere Emissionsreduktionen bei Flugzeugen sowie freiwillige Selbstverpflichtungen der Luftfahrtindustrie beitragen. Zusätzlich erwägt die Kommission, ökonomische Anreize für die Luftfahrtindustrie zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit zu stärken bzw. zu schaffen. Bemerkenswert ist hier die Idee eines Emissionshandels im Luftfahrtbereich, der auch in der ICAO diskutiert wird.

5.2.5 Wasserverkehrslärm

Auch der von Sportbooten und Wassermotorrädern ausgehende Lärm ist inzwischen durch die Richtlinie 2003/44/EG[390] europarechtlich erfasst. Die mit der Sportbootrichtlinie[391] eingeführten Anforderungen an Bau und Entwurf sind um Grenzwerte für Geräuschemissionen ergänzt worden. Die in den Mitgliedstaaten unterschiedlichen Regelungen sollen stufenweise vom 1. Januar 2005 bis zum 1. Januar 2007 harmonisiert werden.

5.3 Bewertung

Die internationalen und europarechtlichen Vorgaben nehmen in Zahl und an Bedeutung zu. Dort, wo es Regelungen auf allen Ebenen gibt, erfolgte die Normierung zunächst überstaatlich und wurde dann von den Nationalstaaten rezipiert. So wurden die maßgeblichen Emissionsgrenzwerte für Flugzeuge im Rahmen der IACO festgelegt und anschließend von der Europäischen Gemeinschaft übernommen. Durch den Erlass von Richtlinien wurden dann die Mitgliedsländer verpflichtet, die Vorgaben national umzusetzen.

Solche Grenzwerte richten sich freilich weniger nach dem jeweiligen Stand der Technik, den beispielsweise das BImSchG zum Maßstab erklärt, sondern sind Ausdruck eines internationalen Kompromisses. Vergleichbares

---

[388] So die Definition des *„Ausgewogenen Ansatzes"* in Art. 2 g) RL 2002/30/EG.
[389] KOM (1999) 640 endg.
[390] ABl. 2003 L 214/18.
[391] Richtlinie 94/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 1994 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Sportboote, ABl. 1994 L 164/15.

gilt für die Vorgaben der Europäischen Gemeinschaft, wenn auch hier untereinander unter Umständen eine größere Ziel- und Interessenkonvergenz herrscht. So tritt die Europäische Gemeinschaft als Vertreter der Mitgliedstaaten seit langem für eine Verschärfung der Emissionsstandards des ICAO-Abkommens ein, während die Vereinigten Staaten ein solches Vorhaben regelmäßig blockieren.[392]

Für den Lärmschutz in der Europäischen Union lässt sich feststellen, dass die Regelungen nicht mehr ausschließlich bei den Lärmquellen ansetzen. Es hat sich auch hier die Erkenntnis durchgesetzt, dass für effektiven Lärmschutz ein ausgewogener Ansatz notwendig ist. Mit der Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm[393] wird erstmals im europäischen Lärmschutzrecht ein umfassendes Konzept entwickelt, das die Gesamtlärmimmissionen berücksichtigt und eine umfassende Lärmerfassung und -verringerung anstrebt (Holm 2003, 144).

5.4 Bundesrecht

Das deutsche Lärmschutzrecht ist nicht einheitlich geregelt und hat sich im Wesentlichen einzelfallbezogen entwickelt. Künftig aber werden und müssen Lärmschutzgesichtspunkte zunehmend in die gesetzgeberische Abwägung aufgenommen werden. Dies ist nicht zuletzt aufgrund der Umgebungslärm-Richtlinie der Europäischen Union geboten, wonach Belästigungen durch Umgebungslärm, also gerade auch Verkehrslärm, zu verhindern, vorzubeugen oder zu mindern sind.[394] Die in der Umsetzung liegende Chance, die bisherigen Defizite des deutschen Lärmschutzrechtes, namentlich die segmentierte Betrachtung anhand einer Beurteilung der einzelnen anstatt aller Lärmquellen sowie fehlende Grenzwerte, zu überwinden, ist jedoch nicht genutzt worden. Bislang fehlen Regelungen, welche für die Abwägung, ob die Lärmbelästigung zumutbar ist, eine summative (d.h. eine Gesamtschau bestehender und neu hinzukommender Lärmquellen) Bewertung vorschreiben. In den allermeisten Fällen ist die Bevölkerung nicht nur einer Lärmquelle ausgesetzt. Außerdem kann durch das Hinzukommen neuer Emissionen, z.B. durch den Bau oder die Erweiterung einer Straße, eine vormals zumutbare zu einer unzumutbaren Störung werden. Umfassender und ausreichender Lärmschutz lässt sich also nur bei Berücksichtigung der Gesamtlärmbelastung erreichen und nicht – jedenfalls nicht optimal – wie dies nach derzeitigem Recht der Fall ist, mit einer begrenzten Abwägung unter Berücksichtigung nur der neu hinzukommenden

---

[392] Vgl. zum Streit um die Hushkit-Verordnung 925/99 des Rates vom 24.09.1999 Koch H-J (2003), Verkehrslärm in: Rengeling H-W (Hrsg.), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. II Teilbd. 1, 2. Aufl., Heymanns, Köln, Rn. 26a.

[393] Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, ABl. 2002, L 189/12; (Vgl. dazu Kapitel G).

[394] Vgl. dazu die Hinweise in FN 417.

Lärmquellen. Anstelle eines eigenen Lärmschutzgesetzes, das momentan noch nicht denkbar erscheint, aber unter dem Dach eines eigenen Umweltgesetzbuches eine reizvolle Option darstellen könnte, hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) deshalb einen besseren Lärmschutz durch:

- eine Erstreckung des Geltungsbereichs des BImSchG auf Flughäfen,
- eine Verankerung des Konzepts der summativen Lärmbetrachtung im BImSchG,
- eine entsprechende Ergänzung, Koordination und Vernetzung der untergesetzlichen Vorschriften,
- eine wesentliche Fortentwicklung der Lärmminderungsplanung[395]

vorgeschlagen.

5.4.1 Verfassungsrechtliche Ausgangslage

Das Verfassungsrecht bietet, das wurde an anderer Stelle bereits gezeigt[396], grundrechtlichen Schutz sowohl für den Lärmemittenten als auch für den Lärmbetroffenen. An dieser Stelle soll es um die Vorgaben für die zu treffenden Abwägungsentscheidungen bei Verkehrslärmschutzregelungen gehen, die sich aus dem Grundgesetz ergeben. Dabei herrscht im Ansatz eine Pattsituation zwischen den Grundrechten der Lärmbetroffenen und den Grundrechten der Lärmverursacher. Die Statuierung eines Vorrangverhältnisses ist mit dem Grundgesetz unvereinbar, denn alle Grundrechte sind prinzipiell abstrakt gleichrangig zu werten.[397] Aus grundrechtlicher Sicht darf der Staat durch seine Entscheidungen jedoch keine Maßnahme treffen, „*die im Ergebnis einen nicht rechtfertigungsfähigen Eingriff in Leben, Gesundheit oder Eigentum auslöst*“.[398] Die Rechtsprechung zieht eine verfassungsrechtliche Grenze dort, wo die Lärmstörungen gesundheitsgefährdend[399] sind oder das Eigentum schwer und unerträglich beeinträchtigen[400]. Insbesondere im Bereich des Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG obliegt dem Staat dabei eine Schutzpflicht, die verletzt ist, wenn durch die Verkehrsplanung und Regulierung eine die menschliche Gesundheit gefährdende Lärmbelastung entsteht.[401] Diese Schutzpflicht ist sowohl beim Erlass als auch bei der Anwendung und Auslegung von Normen zu beachten. Sie wird verstärkt durch das Vorsorgeprinzip und die Staatszielbestimmung des Art. 20a GG, der ein prinzipielles, ökologisches Rückschrittsverbot enthält.[402]

---

395 SRU, Umweltgutachten 2004. S. 497.
396 Vgl. Abschnitt F.2.
397 BVerfGE 35, 202 (225 f.).
398 BVerwGE 101, 1, 9.
399 BVerwGE 122, 76.
400 BGHZ 97, 114; 97, 361 = NJW 1996, 2421; NVwZ 1986, 789.
401 BVerwGE 101, 1, 10.
402 Kloepfer M (2004) Umweltrecht, 3. Auflage 2004, § 3 Rn. 25; zu Art. 20a GG vgl. auch F. 3.10.

Generell gilt das Übermaßverbot; also ist der Eingriff in die körperliche Unversehrtheit oder die Eigentumsfreiheit ist rechtmäßig, wenn das „*lärmende*“ Vorhaben geeignet (zur Zielerreichung) und erforderlich (unter mehreren gleichgeeigneten das mildeste Mittel) ist sowie verhältnismäßig in den Schutzbereich eingreift. Bei allen Ermessensentscheidungen gilt zudem das vom BVerwG entwickelte Gebot gerechter Abwägung.[403] Lärmschützende Regelungen des Verkehrs müssen demnach den Städtebau einschließlich gewerblicher Interessen, die Interessen der Wohnbevölkerung, die Immissionssituation, die Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer unter Einschluss der des ÖPNV und der nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmer sowie die Verkehrssicherheit berücksichtigen.[404]

Die Entscheidungen von Gesetzgeber und Rechtsanwender müssen sich nach diesen Vorgaben richten. Die verfassungsrechtliche Grenze für Lärmbelastung stellt folglich einen äußersten Maßstab der zumutbaren Lärmbelästigung auf, die vom Staat bei Genehmigung oder Duldung von Geräuschemissionen nicht überschritten werden darf. Für den typischerweise auftretenden Lärmkonflikt zwischen Privaten gilt in erster Linie das einfache Recht. Ein verfassungsrechtlicher subjektiver Anspruch des Bürgers ist hier nur dann zu bejahen, wenn eine Pflicht des Staates zum Schutze aktiviert ist.

Gemäß Art. 74 Abs. 1 Nr. 21–24 GG hat der Bund die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz für die Lärmbekämpfung, die Schifffahrt, den Straßenverkehr sowie die Schienenbahnen. Eine ausschließliche Kompetenz für den Lärmschutz gibt es für den Luftverkehr und die Bundeseisenbahnen, Art. 73 Nr. 6, 6a GG. Die aufgrund der gesetzgeberischen Kompetenzen erlassenen Regelungen, wie das BImSchG, lassen sich anhand ihres Regelungszieles kategorisieren. Die Normen können an drei verschiedenen Stellen ansetzen, Lärmbekämpfung und -vermeidung also:

– an der Quelle des Verkehrslärms, den Fahrzeugen selber
– in der lärmmindernden Planung, insbesondere von Verkehrsanlagen
– bei der Verkehrsregulierung unter dem Aspekt des Lärmschutzes

---

[403] In dem grundlegenden Urteil von 1969 hat das BVerwG die bis heute gültigen Anforderungen formuliert: „Das Gebot gerechter Abwägung ist verletzt, wenn eine (sachgerechte) Abwägung überhaupt nicht stattfindet. Es ist verletzt, wenn in die Abwägung an Belangen nicht eingestellt wird, was nach Lage der Dinge in sie eingestellt werden muss. Es ist ferner verletzt, wenn die Bedeutung der betroffenen privaten Belange verkannt oder wenn der Ausgleich zwischen den von der Planung berührten öffentlichen Belangen in einer Weise vorgenommen wird, der zur objektiven Gewichtigkeit einzelner Belange außer Verhältnis steht.“ Vgl. BVerwGE 34, 301 (309). Vgl. zur Praxis der planerischen Abwägung F.4.3.2.

[404] Hermann P, Hofmann E (2002) Umwelt und Verkehr. In: Koch H-J (Hrsg.) Umweltrecht, § 14 Rn. 79.

5.4.2 Kraftfahrzeuge

Aufgrund der steigenden Fahrleistung, insbesondere bei Lkw und Bussen,[405] und der weiteren prognostizierten Zunahme des Verkehrs (Mann et al. 2001) wird die Lärmbelastung vor allem in den Ballungsräumen, trotz technischer Fortschritte bei der Lärmbekämpfung, weiter anwachsen. Es besteht die Gefahr, dass die unbestreitbaren Fortschritte bei der Lärmbekämpfung durch den Anstieg von Verkehrsteilnehmern und Verkehrbewegungen egalisiert werden. Das Auto ist zu einer Art von „*Mobilitätsdoping*“[406] geworden, denn es ermöglicht individuelle Freiheit bei der Wahl des Arbeitsplatzes, der Freizeitgestaltung und allgemein der Überwindung von Entfernungen. Das Fahrverhalten des Einzelnen ist grundrechtlich geschützt (Art. 2 Abs. 1 und Art. 12 GG für den Berufsverkehr) und lässt sich nur ausnahmsweise verbieten, z.B. ein Fahrverbot bei Smogalarm. Beschränkungen sind freilich zulässig und mit zahlreichen, gesetzlichen Regelungen über die Beschaffenheit der Fahrzeuge, die Planung von Verkehrswegen und die Verkehrsregulierung auch vorhanden.

Der Lärmschutz an der Quelle entspricht dem Emissionsprinzip, wonach die Reduktion von Lärmimmissionen bei den „*lärmenden*“ Produkten selbst ansetzen soll. Gemäß § 49 Abs. 1 StVZO müssen Kraftfahrzeuge so beschaffen sein, dass die Geräuschentwicklung das nach dem jeweiligen Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht übersteigt. Der Stand der Technik ist dabei in § 3 Abs. 6 BImSchG näher definiert. Die entsprechenden Grenzwerte für Kraftfahrzeuge werden aber nicht durch den deutschen Gesetzgeber formuliert. Die hier maßgeblichen §§ 47, 49 StVZO verweisen schlicht auf die entsprechenden EG-Richtlinien.[407] So ist auch nicht von der grundsätzlich bestehenden Möglichkeit Gebrauch gemacht worden, strengere nationale Emissionswerte unter Hinweis auf besondere nationale Umweltschutzbelange zu erlassen. Die Ermächtigungsnorm des § 38 BImSchG, die sich am Vorsorge- und Verursacherprinzip orientiert, ist hier faktisch bedeutungslos geblieben (Berkemann 2000, 201 ff.). Die Verordnungsermächtigung des § 38 Abs. 2 BImSchG ist regelmäßig höchstens ergänzend zu der Ermächtigung des § 6 Abs. 1 StVG herangezogen worden.

---

[405] Vgl. Zahlen im SRU (2004) Umweltgutachten 2004, S. 471.

[406] Dieser Ausdruck wird in der Studie „Verkehrsmobilität“ des Umweltbundesamtes verwendet; http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/verkehr.htm; zuletzt abgerufen am 06.04.2006.

[407] Anders ist dies bei Mofas, Mopeds und Mokicks, wo die maßgeblichen Grenzwerte in der auf § 49 Abs. 2 StVZO bezugnehmenden Anlage XX (Kloepfer, Nr. 768) enthalten sind.

5.4.3 Lärmmindernde Planung

5.4.3.1 Grundsätzlicher Immissionsschutzrahmen

Bei der Planung und Errichtung von öffentlichen Straßen gilt ein vierstufiges *„Lärmbekämpfungsprogramm"* (Koch 2001, 900) nach den §§ 41–43, 50 BImSchG in Verbindung mit der 16. und der 24. BImSchV. Diese normativen Lärmschutzvorgaben gelten auf allen Stufen der Verkehrswegeplanung (Bedarfsplanung, Planfeststellung, Bebauungsplan) und bestimmen die Abwägung und letztlich das Maß der zumutbaren Lärmbelästigungen.

Raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen müssen – erstens – von vornherein so geplant werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf Wohn- und ähnlich schutzbedürftige Gebiete vermieden werden, § 50 BImSchG. Dazu zählen insbesondere auch die Belastungen durch Verkehrsgeräusche, § 41 Abs. 1 BImSchG. Ist eine bestimmte Trassenführung oder eine Standortentscheidung trotz Lärmbelastung unvermeidlich geboten, sind – zweitens – aktive Schallschutzmaßnahmen nach dem neuesten Stand der Technik zur Vermeidung zu ergreifen. Erst wenn sich der aktive Schallschutz als technisch ungeeignet, § 41 Abs. 1 BImSchG, oder die Kosten als unverhältnismäßig hoch erweisen, § 41 Abs. 2 BImSchG[408], darf die Behörde – drittens – auf passiven Schallschutz nach Maßgabe der 24. BImSchV ausweichen. Als letztes bleibt – viertens – eine Entschädigung in Geld für eigene Schallschutzmaßnahmen der Lärmbetroffenen, § 42 BImSchG.

Es gilt somit ein Vorrang der Lärmvermeidung möglich schon im Stadium der Planung (Steinberg et al. 2000, § 4 Rn. 39 ff.; Schulze-Fielitz 2002, 191 ff.). Dabei reicht es nicht aus, wenn lediglich auf die Grenzwerte der 16. BImSchV verwiesen wird, denn eine Unterschreitung dieser entbindet nicht von der Abwägung. *„Als abwägungserheblicher Belang ist (...) jede Lärmbelastung anzusehen, die nicht lediglich als geringfügig einzustufen ist"*, so dass in jedem Fall eine Abwägung zu erfolgen hat.[409] Die Werte stellen nur Mindestanforderungen für den Lärmschutz dar, so dass im Einzelfall ein Rückgriff auf den ausfüllungsbedürftigen Maßstab der „schädlichen Umwelteinwirkungen" in § 41 Abs. 1 BImSchG zulässig ist.[410] Dies kann erforderlich sein, wenn im Einzelfall zwar die Grenzwerte rechnerisch eingehalten werden, schädliche Umwelteinwirkungen, z.B. durch eine sehr ungleichmäßige Verteilung der Lärmbelastung, aber dennoch auftreten. Wann Verkehrsgeräusche als schädliche Umwelteinwirkungen anzusehen sind, ist anhand einer differenzierten Betrachtung ausgehend vom Schutzzweck des § 41 BImSchG zu beurteilen.

---

[408] Dabei ist sogar zwischen den Senaten des BVerwG umstritten, ob es sich bei der hier vorzunehmenden Abwägung um eine strikte Rechtspflicht oder um einen Teil der allgemeinen planerischen Abwägung handelt, vgl. Jarass H D. (2005) BImSchG. 6. Aufl., § 41 BImSchG Rn. 54 m.w.N.

[409] BVerwG, NVwZ 1999, 644.

[410] Kloepfer M (2004) Umweltrecht, 3. Aufl. § 14 Rn. 293.

Geschützt wird hier auch das seelische und soziale Wohlbefinden im Sinne einer menschenwürdigen Lebensqualität.[411] Bei der unterhalb der verfassungsrechtlichen Schranken vorzunehmenden Abwägung wirkt sich eine Lärmvorbelastung des Gebietes schutzmindernd aus.[412]

Eine Schutzlücke ergibt sich jedoch insoweit, als dass gemäß § 1 der 16. BImSchV und § 1 der 24. BImSchV die Grenzwerte nur beim Neubau oder bei wesentlichen Änderungen von Verkehrswegen gelten. Die Lärmsanierung bestehender Straßen ist somit nicht geregelt und stößt wegen der hohen Kosten bis heute auf politischen Widerstand.[413] Die Ausnahme stellt eine Richtlinie des Bundesministers für Verkehr dar, die auch die nachträgliche Minderung von Lärmbelastungen an bestehenden Straßen in der Baulast des Bundes mit umfasst.[414] Das BVerwG hat in Änderung seiner Rechtsprechung inzwischen festgestellt, dass § 41 BImSchG sich nicht auf die Vermeidung des zusätzlich entstehenden Lärms beschränke.[415] Die bei § 41 Abs. 2 BImSchG erforderliche Verhältnismäßigkeitsprüfung erfordere es, die aktiven Schallschutzmaßnahmen auch nach dem vorhandenen Lärm zu bemessen. Insofern besteht in gewissen Grenzen eine „*Sanierungspflicht des Planungsträgers*".[416]

Planungsrechtlich zu beachten ist auch noch der § 47a BImSchG. Danach haben die Gemeinden für Wohngebiete und andere schutzwürdige Gebiete Lärmminderungspläne aufzustellen, in denen Lärmbelastung, ihre Ursachen und die Maßnahmen zur Lärmreduzierung festgehalten werden. Der erhoffte zusätzliche Lärmschutz ist bisher überwiegend ausgeblieben, weil häufig eine unzureichende Finanz- und Personalausstattung der Gemeinden besteht, es konkurrierende Zuständigkeiten für Lärmschutzpläne und Lärmschutzbekämpfung gibt und ein rechtlicher Anspruch auf Lärmsanierung fehlt, so dass die Notwendigkeit des Handelns verneint wird (Schulze-Fielitz 2002, 192).[417] Hinzu kommen die in der Praxis geäußerten Bedenken, dass die Aufstellung solcher Karten faktische Handlungsansprüche und Erwartungen in der Bevölkerung erzeugt, die jedoch aus den genannten Gründen nicht zu konkreten Maß-

---

[411] BVerwG, DVBl. 1987, 907 f.

[412] Hansmann, in: LR, § 41 BImSchG Rn. 34.

[413] Dies war auch einer der Hauptgründe, warum der Versuch eines eigenständigen Verkehrslärmschutzgesetzes Ende der 70er Jahre gescheitert ist. Die durch die dort vorgesehene Pflicht zur Lärmsanierung zu erwartenden Kosten wollten weder Bund noch Länder tragen. Vgl. insgesamt zum Gesetz Peine F-J (1979) Verkehrslärm und Entschädigung. In: Die öffentliche Verwaltung (DÖV) 1979, 812; Fickert, H C (1979) Quo vadis, Verkehrslärmschutzgesetz? In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBl) 1979, 645; Kenntmann K (1980) Was kostet das Verkehrslärmschutzgesetz wirklich? In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBl) 1980, 35.

[414] Richtlinie für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes v. 02.06.1997.

[415] BVerwGE 110, 370, 385; anders noch BVerwGE 101, 1, 8 f.

[416] BVerwGE 110, 370, 385.

[417] Vgl. auch die Ergebnisse der Studie Heinrichs (2002), die ein erhebliches Vollzugsdefizit konstatiert.

nahmen führen würden. Dies wird sich durch die Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie, die Aufstellung detaillierter Lärmkarten für sämtliche Ballungsräume, Hauptverkehrstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen vorschreibt, nicht ändern.[418] Durch die Umsetzung ist die Vorschrift des § 47a BImSchG auf Verlangen des Bundesrates ersatzlos entfallen.[419] Die Pflicht der Gemeinden zur Lärmminderungsplanung besteht folglich nur noch für die in der Umgebungslärmrichtlinie genannten Gebiete, ein immissionsschutzrechtlicher Rückschritt für alle anderen Gebiete, in denen nicht nur vorübergehend schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorgerufen werden.

5.4.3.2 Abwägung bei der Planfeststellung

Die Planung einer Straße erfolgt in vier, aufeinander aufbauenden Planungsstufen. Als erste Stufe erfolgt ggf. eine Ausbau- und Bedarfsplanung für das Straßennetz. Dies ist die politische Entscheidung für den Bau einer Straße. Auf der zweiten Stufe wird ein Raumordnungsverfahren nach den Vorschriften des Raumordnungsgesetzes (ROG) und der Landesplanungsgesetze durchgeführt. Die Bestimmung der Linienführung, also die Entscheidung für einen bestimmten Trassenverlauf nach § 16 Abs. 1 FStrG bzw. den entsprechenden Vorschriften der Landesstraßengesetze, bildet die dritte Stufe. Als letzte und vierte Stufe erfolgt die konkrete Planfeststellung als Abschluss des Verfahrens, die dann zur Plangenehmigung oder zur Planfeststellung führt.

Lärmschutz kann prinzipiell auf allen Stufen als Abwägungsbelang eine Rolle spielen. Dabei gilt der Grundsatz der planerischen Gestaltungsfreiheit der Behörde und das Recht, zu entscheiden, ob sich die Planung und der Bau eines neuen Verkehrsweges mit der Umwelt vertragen. Aus dem Wesen der rechtsstaatlichen Planung ergibt sich freilich das Gebot, die von einer Planung berührten öffentlichen und privaten Belange gegeneinander und untereinander gerecht abzuwägen.[420]

Bei der *Ausbau- und Bedarfsplanung* können regelmäßig Erwägungen des Verkehrsbedarfs (Daseinsvorsorge, Investitionsförderung etc.) den Ausschlag geben. Gegenstand der Bedarfsplanung ist das Straßennetz, für das der jeweilig zuständige Bauträger zu sorgen hat.[421] Gemäß § 4 Fernstraßen-

---

[418] Art. 7 RL 2002/49/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. Juli 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, ABl. 2002 L 189/12; vgl. auch Abschnitt G.

[419] Vgl. die Begründung in der Stellungsnahme des Bundesrates zum Regierungsentwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der UL-RL, BR-Drs. 610/04, S. 7.

[420] BVerwGE 34, 301 (304).

[421] Der Bund hat hier das Fernstraßenausbaugesetz (BGBl. I 1971, 873) erlassen. Auch in den einzelnen Bundesländern finden sich z.T. solche Bedarfspläne, z.B. in NRW Gesetz über den Bedarf und die Ausbauplanung der Landstraßen (GV NW 1993, 279).

ausbaugesetz (FStrABG) oder auch § 1 Abs. 2 Landesstraßenausbaugesetz NRW sind allerdings bei der Aufstellung der Bedarfspläne die berührten Belange des Umweltschutzes – also auch des Immissionsschutzes – einzubeziehen. Auf dieser ersten, sehr allgemeinen Stufe sind aber die Anforderungen noch recht abstrakt und bedürfen weiterer Konkretisierungen im Planungsverlauf.

Anschließend erfolgt typischerweise das *Raumordnungsverfahren.* Eine Straße muss, da sie regelmäßig als raumbedeutsames Vorhaben iSv § 3 Nr. 6 ROG anzusehen ist, frühzeitig mit den raumordnerischen Erfordernissen sowie anderen Planungen und Maßnahmen abgestimmt werden, § 15 ROG. Der Schutz der Allgemeinheit vor Lärm wird durch § 2 Abs. 2 Nr. 8 ROG zum Grundsatz der Raumordnung erhoben (Kloepfer 2004, § 10 Rn. 25). Dabei sind die Planungsleitziele des §2 ROG verbindlich und gelten sowohl auf Bundesebene für Bundesbehörden als auch für die Landesplanungsbehörden (Rinke 1999, Kap. 32 Rn. 14). Sie sind bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen, vor allem bei der Abwägung und bei der Ermessensausübung, zu beachten, § 4 ROG. Im Raumordnungsverfahren wird der Lärmschutz zur Abwägungsdirektiven und zum Leitbild. Ein absoluter oder relativer Vorrang ist hiermit freilich nicht verbunden, so dass im Einzelfall andere Grundsätze des § 2 ROG (z.B. Förderung der Wirtschaft oder des Städtebaus) Vorrang haben können.

Der nächste wichtige Planungsschritt beim Straßenbau wird mit der Bestimmung der Planung und *Linienführung* vollzogen. Als materielle Anforderung stellt hier § 16 Abs. 2 FStrG ein besonderes Abwägungsgebot auf, dass sich in vergleichbarer Weise auch in einigen Landesgesetzen (Rinke 1999, Kap. 33 Rn. 5.3)[422] findet. Auf dieser Stufe erfolgt eine weitere Konkretisierung der Straßenplanung unter Berücksichtigung der öffentlichen und privaten Belange – also auch des Lärmschutzes – die voraussichtlich durch die Planfeststellung bzw. deren Realisierung betroffen sein werden. Eine abschließende Würdigung und Abwägung dieser Belange wird jedoch häufig erst bei der konkreten Planfeststellung möglich sein. Aber bereits bei der Bestimmung der Linienführung muss die (Bundes- oder Landes-)Behörde im Rahmen der Möglichkeit jede nach Lage der Dinge erkennbare (Lärm-) Wirkung erfassen, gewichten und in die Abwägung einstellen oder sich ernsthaft anbietende Linienvarianten erwägen (Rinke 1999, Kap. 33 Rn. 8.1).

Schließlich und als letzte Stufe muss die Entscheidung der Behörde darüber erfolgen, ob und in welcher Gestalt der Bau oder die Änderung einer Straße zugelassen wird, welche Maßnahmen zum Lärmschutz und damit welche Beschränkungen gelten sollen. Die Straßengesetze der Länder bzw. das FStrG sehen hier das Verfahren der *Planfeststellung* vor (für Bun-

[422] § 37 StrWG NRW, § 35 BbgStrG, § 37 NdsStrG, § 4 LStrG RP. In den übrigen Straßengesetzen fehlt eine Bestimmung zur Linienführung, wird aber stillschweigend als Bestandteil der dritten Stufe (Planfeststellung) vorausgesetzt.

des- und Landstraßen, teilweise mit oder ohne Einschränkungen auch für Kreis-, Gemeinde- und sonstige Straßen (vgl. Nachweise bei Dürr 1999, Kap. 34 Rn. 7.1). Dabei gilt das planungsrechtliche Abwägungsgebot (§ 17 Abs. 1 S. 2 FStrG und ebenso in den Straßen- und Wegegesetzen der Länder, z.B. § 20 Abs. 1 S. 9 BerlStrG, § 38 Abs. 2 StrWG NRW oder § 38 Abs. 1 S. 4 ThürStrG), wobei Verkehrslärm immer einen abwägungserheblichen Belang darstellt. Zum Ausgleich von Lärmkonflikten können die zuständigen Behörden dem jeweiligen Träger des Verkehrsvorhabens nach § 74 Abs. 2 S. 2 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) und den entsprechenden Verfahrensgesetzen der Länder Vorgaben machen, die zum Wohle der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte anderer erforderlich sind. Materiell-rechtlich gilt hier für den Lärmschutz aber das Regime der §§ 41, 43 BImSchG iVm den Grenzwerten der 16. BImSchVO, die insoweit den § 74 Abs. 2 S. 2 VwVfG ausschließen.[423] Lärmschutzauflagen ergehen also auf Grundlage des BImSchG, wenn der Anwendungsbereich eröffnet ist.

Der Abschluss der Planung erfolgt in der Regel durch die Planfeststellung, § 17 Abs. 1 FStrG bzw. die entsprechenden Vorschriften der Landesgesetze. Ein vereinfachtes Verfahren ist mit der Plangenehmigung namentlich dann möglich, wenn Rechte Privater nicht oder nicht wesentlich beeinträchtigt sind oder sich die Betroffenen mit der Beeinträchtigung schriftlich einverstanden erklärt haben und mit den Trägern öffentlicher Belange (z.B. die Nachbargemeinde) das Benehmen hergestellt worden ist.[424]

5.4.3.3 Bauleitplanung

Insbesondere für Straßen von örtlicher Bedeutung (Gemeinde-, Gemeindeverbindungs- und sonstige öffentliche Straßen) (vgl. die Unterscheidungen Herber 1999, Kap. 8) gibt es kein vorgelagertes Planungsinstitut, so dass hier die Bewältigung von Verkehrslärm häufig mit den Mitteln der Bauleitplanung (Flächennutzungs- und Bebauungsplan) erfolgt (vgl. Schink 2003, 1041 ff.).

Den bauplanungsrechtlichen Bestimmungen des BauGB sind allerdings keine konkreten Zielvorgaben für die Behandlung von Verkehrslärm zu entnehmen. Die planende Behörde hat dem Lärmschutz nach Maßgabe des allgemeinen Abwägungsgebotes gemäß § 1 Abs. 7 BauGB Rechnung zu tragen. Grundsätzlich gelten die Anforderungen des Abs. 5, so dass Bauleitpläne der Gewährleistung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung und der Sicherung einer menschenwürdigen Umwelt dienen sollen. Bei der Abwägung sind auch die „*allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse*“ zu beachten, wozu gewiss Einwirkungen durch Verkehrslärm zu zählen sind. Im Zuge der 2004 erfolgten Änderung des BauGB

[423] BVerwGE 97, 367 ff.
[424] Vgl. § 17 Abs. 1a FStrG.

ist der Verkehrslärmschutz gestärkt worden.[425] § 1 Abs. 6 Nr. 9 schreibt jetzt für die Abwägung bei der Aufstellung von Bauleitplänen eine besondere Berücksichtigung „*einer auf Vermeidung und Verringerung von Verkehr ausgerichteten städtebaulichen Entwicklung*" vor.

Die Abwägung wird hier durch das Gebot der Konfliktbewältigung eingeschränkt.[426] Die planende Behörde hat demnach auftretende Konflikte zwischen lärmempfindlichen Nutzungen und Straßenbau möglichst durch und im Bebauungsplan selbst zu regeln. Der Vorrang der planungsrechtlichen Konfliktbewältigung vor späteren, außerhalb des Plans erfolgenden immissionsschutzrechtlichen Anordnungen, gilt jedoch uneingeschränkt nur für das Planfeststellungsverfahren sowie den einen Planfeststellungsbeschluss ersetzenden Bebauungsplan.[427] Das Gebot der Konfliktbewältigung ist relativ, d.h. immer dann, wenn der Planung ein weiteres Verwaltungsverfahren nachfolgt, in dem die Immissionsproblematik angemessen berücksichtigt werden kann, ist der Transfer der Problembewältigung auf diese Ebene grundsätzlich zulässig (vgl. Koch 2000, 549, 561ff.).

Als planerische Mittel eignen sich vor allem die vier Festsetzungsalternativen nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB. Die Vorschrift gibt der Bauplanungsbehörde die Möglichkeit, Schutz- und Abstandsflächen festzusetzen, Flächen für besondere Anlagen vorzusehen, Vorkehrungen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen zu treffen und Lärmschutzanlagen und bauliche Vorkehrungen an den emittierenden oder an den immissionsbetroffenen Anlagen im Bebauungsplan zu regeln. Durch eine Festsetzung ist die den Plan ausführende Behörde dann insoweit gebunden, als dass sie die im Plan vorgesehenen Möglichkeiten des aktiven oder passiven Lärmschutzes auch verwirklichen muss (Kuschnerus 1990, 104).

Für den planerischen Lärmschutz ist in der Praxis vor allem auch die Anbindung an die in der Baunutzungsverordnung (BauNVO) abgestuften Baugebiete von Bedeutung (Fickert 2004, 1253, 1262). Die Gemeinde kann im Bebauungsplan insbesondere auch die Art der baulichen Nutzung festlegen, indem sie typisierte Baugebiete iSd §§ 2-11 BauNVO im Plan darstellt. Immissionskonflikte können so iSd Trennungsgrundsatzes § 50 BImSchG durch gleitende Übergänge bewältigt werden (Brohm 2002, § 6 Rn. 33). Die Grenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung tragen dem ebenso Rechnung, indem sie nach Art des Baugebietes differenzieren. Stark emittierende Betriebe oder auch Betriebe, die starken Verkehr anziehen, können und uU müssen einem Industriegebiet zugeordnet werden. Eine reguläre Wohnbe-

---

[425] Gesetz zur Anpassung des Baugesetzbuchs an EU-Richtlinien vom 24.6.2004, BGBl. I, 1359; dazu Finkelnburg K (2004) Die Änderungen des Baugesetzbuchs durch das Europarrechtsanpassungsgesetz Bau. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ) 2004, 897.

[426] Dazu Kloepfer M (2004) Umweltrecht. § 10 Rn. 124 ff.

[427] BVerwGE 69, 30, 34.

bauung ist dann dort nicht mehr zulässig. Zudem kann die zuständige Planungsbehörde auch innerhalb der Gebiete eine Feinsteuerung vornehmen, § 1 Abs. 4-10 BauNVO, und auf diese Weise potentielle Lärmkonflikte mildern oder ganz vermeiden.

Das Bauplanungsrecht gewährleistet folglich nur, dass Lärmschutz im Rahmen des allgemeinen planungsrechtlichen Abwägungsgebot berücksichtigt wird. Weitere Vorgaben, z.B. Immissionsgrenzwerte, finden sich dort nicht. Eine flächenbezogene Festsetzung von Immissionsgrenzwerten entlang einer Begrenzungslinie darf die Behörde nach Ansicht des BVerwG auch gar nicht im Bebauungsplan festsetzen.[428] Eine solche Festsetzung könne nicht auf § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB gestützt werden, sei auch zu unbestimmt, weil die Immissionen aus mehreren, nicht bestimmbaren Quellen herrührten, und folglich nicht durchsetzbar.

5.4.3.4 Lärmschutz nach Abschluss des Planungsverfahrens

Trotz der gebotenen Abwägung und der Berücksichtigung des Lärmschutzes kann es auf Seiten der Behörde zu Fehleinschätzungen oder durch die spätere Verkehrsentwicklung zu unzumutbaren, anfangs nicht vorhandenen Lärmbelastungen kommen. In diesem Fall können die Betroffenen auch nach Abschluss des Planverfahrens Lärmschutz verlangen, §§ 75 Abs. 2 S. 2 VwVfG bzw. 17 Abs. 6 S. 2 FStrG (Steinberg, Berg, Wickel 2000, § 4 Rn. 128 ff.). Sie sollen nicht das Risiko prognostischer Fehleinschätzungen der Planfeststellungsbehörden tragen. Voraussetzung ist aber, dass die Beeinträchtigung vor bzw. bei der Planfeststellung für die Betroffenen nicht vorhersehbar war. Hierbei hat das BVerwG erhöhte Anforderungen aufgestellt, indem es auf die Sicht eines Fachmanns anstelle der Sicht eines Durchschnittsbürgers abstellt (Dürr 2000, § 75 Rn. 87).[429] Zudem sollen diese Ansprüche dem BVerwG zufolge nicht für solche Planfeststellungsbeschlüsse gelten, die vor dem 7.7.1974 (Tag der Inkrafttretung der Neuregelung des § 17 FStrG) ergangen sind.[430] Es sei Wille des Gesetzgebers, die Lärmsanierung an bestehenden Straßen gesondert zu erfassen.

5.4.4 Verkehrsregulierung

Als letzte Stufe kommt nach den Regelungen an der Quelle und den Verkehrswegen eine Regulierung des tatsächlichen Verkehrsaufkommens in Betracht.[431] Zentrale Ermächtigungsnorm ist in diesem Bereich der § 45 StVO. Die Regulierung des fließenden Verkehrs, z.B. durch den Erlass eines Tempolimits an bestimmten Straßen, erfolgt regelmäßig auf Grundlage des § 45 StVO in Verbindung mit der dazu erlassenen Verwaltungs-

[428] BVerwG, NVwZ 1994, 1009 f.
[429] BVerwGE 80, 7 ff.
[430] BVerwGE 61, 1 (9).
[431] Vgl. dazu auch D.7.3.1.

vorschrift.[432] Neben der Einrichtung von Geschwindigkeitsbeschränkungen (wie Tempo 30-Zonen nach § 45 Abs. 1c StVO) oder verkehrsberuhigten Fußgängerzonen zum Schutz gegen Lärm, ist auch die Sperrung einer Straße für bestimmte Nutzungen (z.B. Lkw-Verkehr) oder sogar ein Totalverbot jeglichen Verkehrs möglich (Hermann, Hofmann 2002, § 14 Rn. 70 f.).

Die zuständige Behörde hat dabei eine Abwägung vorzunehmen zwischen der Freizügigkeit des Verkehrs und der Straße und dem geforderten Schutz der Wohnbevölkerung.[433] Dabei werden nur Lärmemissionen von Kraftfahrzeugen erfasst, nicht auch Straßen- oder Eisenbahnen.[434] Lärmschutz ist ganztägig möglich, § 6 Abs. 1 Nr. 3d StVG. Die Abwägung der Behörde wird dabei durch § 45 Abs. 9 StVO geleitet, indem Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen nur dort angeordnet werden dürfen, wo dies aufgrund der besonderen Umstände zwingend geboten ist. Insbesondere der fließende Verkehr darf nur beschränkt werden, *„wenn auf Grund der besonderen örtlichen Verhältnisse eine Gefahrenlage besteht, die das allgemeine Risiko einer Beeinträchtigung der in den vorstehenden Absätzen genannten Rechtsgüter (Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm) erheblich übersteigt"*. Zur Beurteilung einer solchen Gefahr wird gefordert, die Grenzwerte der 16. BImSchVO heranzuziehen.[435] Voraussetzung für eine Beschränkung ist freilich nicht, dass der Verkehrslärm einen bestimmten Schallpegel überschreitet. Es genügt vielmehr, dass der Lärm Beeinträchtigungen mit sich bringt, die jenseits dessen liegen, was unter Berücksichtigung der Belange des Verkehrs im konkreten Fall als ortsüblich hingenommen werden muss.[436]

Für die Praxis ergeben sich jedoch erhebliche Anwendungsprobleme, die auch durch die Rechtsprechung noch nicht abschließend geklärt worden sind. Zum einen ist fraglich, welche Grenzwerte herangezogen werden können, um die Notwendigkeit der geschilderten Eingriffe zu ermitteln. Der Rückgriff auf die Werte der 16. BImSchV liegt nahe, ist aber dogmatisch und in der praktischen Anwendung problematisch (Schulze-Fielitz 2002, 194 f.; Koch 2000, 496). Zum anderen soll die Ermächtigung des § 45 Abs. 1 S. 2 Nr. 3 StVO nicht zur Vorsorge vor Lärm – also zu präventivem Handeln – berechtigen, da die StVO dem Gefahrenabwehrrecht zuzuordnen sei.[437] Schwierigkeiten einer Anpassung des straßenverkehrsrechtlichen Gefahrenabwehrrechts an das am Vorsorgeprinzip orientierte Umweltrecht sind also vorhanden, so dass die Forderung nach einem einheitli-

---

[432] Abgedruckt in Hentschel P (2003), Straßenverkehrsrecht, 37. Auflage, Beck, München, § 45 StVO Rn. 9 ff.
[433] OVG Münster, NvWZ-RR 1998, 627 ff.
[434] Hentschel P (2003), Straßenverkehrsrecht, 37. Auflage, § 45 StVO Rn. 29.
[435] Vgl. VGH München, BayVBl. 1999, 269; VG Berlin, UPR 1999, 160; kritisch hierzu Schulze-Fielitz H (2002) Der Straßenverkehrslärm und das Umweltrecht. Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR) 2002, 190 (195).
[436] Vgl. BVerwGE 74, 234 (239).
[437] Hofmann E (1997) Der Schutz vor Immissionen des Verkehrs, S. 120 ff.

chen kommunalen Gesamtverkehrsplanungsrecht ihre prinzipielle Berechtigung haben (Koch, Mengel 2000, 263 ff.; Koch 2001, 909 f.).

5.4.5 Schienenverkehrslärm

Bahn und Schienenverkehr werden allgemein als umwelt- und lärmfreundliche Alternative zum Straßenverkehr angesehen. Das mag erklären, warum es an speziellen Lärmschutzregelungen (zumindest in Deutschland, denn europarechtlich gibt es inzwischen Grenzwerte für den transnationalen Schienenverkehr[438]) für den Schienenverkehr fehlt und insbesondere Lärmschutz an der Quelle überhaupt nicht vorgesehen ist. Die technischen Möglichkeiten zur Lärmminderung sind jedenfalls vorhanden, so dass die Emissionen des Schienengüterverkehrs kurzfristig um 10% und langfristig um rund 20% reduziert werden könnten (Koch 2000, 490, 498).[439]

5.4.5.1 Schienenfahrzeuge

Es fehlen Emissionsgrenzwerte für die Beschaffenheit, die Ausrüstung und den Betrieb von Schienenfahrzeugen, wie z.B. Anforderungen an Antriebselemente, die Beschaffenheit der Gleise oder der Bremsen. Diese Regelungslücke ist mit dem Vorsorgeprinzip und dem Ursprungsprinzip nur schwer in Einklang zu bringen (Schulte 2002, 195, 199). Die gesetzlichen Regelungen sind vorhanden, denn auch für den Schienenverkehr gilt das eben beschriebene vierstufige Lärmschutzprogramm der §§ 41 ff. BImSchG. Die nach § 38 Abs. 2 BImSchG bestehende Möglichkeit des Lärmschutzes an der Quelle, d.h. an den Zugfahrzeugen und Waggons, ist aber durch den Verordnungsgeber bisher nicht genutzt worden, so dass nur eine Berücksichtigung bei der Planung und ggf. durch Verkehrsregulierungen in Frage kommt.

5.4.5.2 Lärmmindernde Planung

Für alle Eisenbahnen schreibt § 18 Abs. 1 S. 1 AEG eine grundsätzliche Planungspflicht vor. Straßenbahnen und der ÖPNV werden planungsrechtlich durch die Regelungen der §§ 28 ff. PBeFG erfasst. Hier wie dort gilt das allgemeine planungsrechtliche Abwägungsgebot, § 18 Abs. 1 S. 2 AEG bzw. § 28 Abs.1 S. 2 PBefG. Beim Neubau oder bei wesentlichen Änderungen von Schienenwegen (Eisenbahnen und Straßenbahnen) ist sicherzustellen, dass keine schädlichen und vermeidbaren Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, § 41 Abs. 1 BImSchG. Wann Verkehrsgeräusche durch Schienenverkehr zu schädlichen Umwelteinwirkungen in diesem Sinne führen, ist den Grenzwerten der 16. BImSchV zu entnehmen. Für Magnetschwebebahnen (Transrapid) gilt eine eigene Lärmschutzverordnung.[440] Nicht immer einheitlich lässt sich die Frage

---

[438] Vgl. dazu F.5.2.3

[439] Für genaue Zahlen und Erläuterungen zu den technischen Minderungspotentialen vgl. D.

[440] Magnetschwebebahn-Lärmschutzverordnung, Kloepfer, Nr. 787.

beantworten, wann eine wesentliche Änderung von Schienenwegen vorliegt. Nach § 1 Abs. 2 der 16. BImSchV (§ 1 Abs. 2 MbLSchVO) liegt eine solche vor, wenn der Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird oder sich der Verkehrslärm um mindestens 3 dB(A) erhöht (zu den Anwendungsproblemen dieser Vorschriftvgl. Schulte 2002, 195, 197 ff.; Hofmann 2000, 173, 179; Koch 2000, 490, 497).

Schienenverkehrslärm erfasst dabei alle schienenverkehrsbedingten Schallereignisse, die nach Art, Dauer oder Ausmaß geeignet sind, Schäden, Nachteile oder Belästigungen hervorzurufen (Schulte 2002, 195, 196). Der Beurteilungspegel wird anhand der Anlage 2 zu § 3 BImSchV errechnet, wobei sich der maßgebliche Durchschnittspegel aus der mittleren Anzahl der Züge einer Zugklasse pro Stunde orientiert am Anteil der Züge mit Scheibenbremsen ergibt. Eine Besonderheit ist die Privilegierung des Schienenverkehrs durch den sog. Schienenbonus gegenüber den anderen Verkehrsträgern. Von dem ermittelten Durchschnittspegel ist ein Abschlag in Höhe von 5 dB(A) möglich, bei Nachweis einer besonderen Gleispflege noch einmal von bis zu 3 dB(A).[441] Dies ist auf die Regelung in § 43 Abs. 1 S. 2 BImSchG zurückzuführen, wonach den „*Besonderheiten des Schienenverkehrs Rechnung zu tragen*" ist. Nach Ansicht des BVerwG ist der Schienenbonus durch diese Ermächtigungsnorm gedeckt.[442] Dahinter steht der Leitgedanke, dass dem Schienenverkehr eine besondere gesamtwirtschaftliche Bedeutung und größere Schwierigkeiten beim Lärmschutz zugebilligt werden. Hinzu kommt die bereits erwähnte größere Umweltfreundlichkeit gegenüber dem sonstigen Verkehr.

Im Übrigen entspricht die Abwägung im Falle des Lärmschutzes an Schienenwegen der Abwägung bei Straßen- und Verkehrswegen. Auch die Regelungsdefizite sind vergleichbar, insbesondere im Bereich der Lärmnachsorge an bestehenden Schienenwegen. Grundsätzlich wird beim Neubau oder der wesentlichen Änderung von Schienenwegen nur der Lärm in die Abwägung miteinbezogen, der von eben diesem Schienenweg ausgeht.[443] Unberücksichtigt für die Beurteilung der Zumutbarkeit der Lärmbelästigung bleiben damit bereits vorhandene Geräuschquellen, die zusammen mit der neuen Quelle zu einer Überschreitung der Grenzwerte führen können. Das BVerwG hat einer summativen Betrachtung aller Lärmquellen eine Absage erteilt und macht nur dort eine Ausnahme, wo der Lärmpegel einen Grundrechtseingriff darstellt, namentlich im Bereich der Art. 2 Abs. 2 S. 1 und 14 GG.[444]

---

[441] Das BVerwG hat die Reduzierung um 5 dB(A) als vertretbar eingestuft, den weiteren Bonus von 3 dB(A) aber noch nicht zugesprochen; vgl. BVerwGE 104, 123, 131 f. einerseits und BVerwGE 104, 123, 135 ff. andererseits.

[442] BVerwGE 104, 123, 131 f.; 106, 241, 246 f; kritisch Schulze-Fielitz H (2001) Lärmschutz bei der Planung von Verkehrsvorhaben. In: Die öffentliche Verwaltung (DÖV) 2001, 181, 188.

[443] BVerwGE 101, 1, 9 ff.

[444] BVerwGE 101, 1, 9f.; 107, 350 ff.

5.4.5.3 Verkehrsregulierung

Für den Bereich der Deutschen Bahn AG und sonstiger Eisenbahnen besteht keinerlei Möglichkeit der Verkehrsregulierung, beispielsweise die Anzahl der Züge oder auch die Fahrzeiten zu beschränken. Hier fehlen Vorschriften, so dass Lärmschutz allenfalls durch freiwillige Selbstverpflichtungen der DB gewährleistet werden kann. Zu berücksichtigen ist hier, dass der Schienenverkehr über eine begrenzte Anzahl von Knotenpunkte abgewickelt wird und viele Strecken nur eingleisig befahrbar sind. Ohne den Neubau von Schienenwegen ist eine Regulierung der Fahrzeiten und/oder des Verkehrsaufkommens an solchen Strecken nur auf Kosten der Pünktlichkeit bzw. eines unregelmäßigeren Fahrplans möglich. Bei Straßenbahnen sind Anordnungen der Straßenverkehrsbehörden nach § 45 StVO denkbar, wonach auch für Straßenbahnen Tempolimits bzw. die Sperrung einer Straße möglich sind.

5.4.6 Fluglärm

Die Prognosen lassen für den Flugverkehr ein ungebrochenes Wachstum mit einer Verdoppelung des Verkehrsaufkommens in Personen und der Verkehrsleistung bis 2015 erkennen (Mann, Ratzenberger, Schubert u.a. 2001, S. 120.).[445] Die Belastung der Bevölkerung durch Flugverkehrslärm wird damit in beträchtlichem Maße zunehmen, soweit nicht Verbesserungen des Lärmschutzes dies ausgleichen können (vor allem leisere Triebwerke). Lärmschutz und Lärmprävention müssen mit dieser Entwicklung Schritt halten und folgerichtig angepasst werden.

5.4.6.1 Flugzeuge

Der Kampf an der Quelle wird durch die lärmemissionsabhängige Zulassung von Luftfahrzeugen im Luftverkehrsgesetz (LuftVG[446]) nach § 2 und der Luftverkehrszulassungsordnung (LuftVZO[447]), §§ 3, 8 Abs. 2 Nr. 6, 10 Abs. 4 geregelt. In der Regel erfolgt eine Musterzulassung für den jeweiligen Fahrzeugtyp. Dabei ist es nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 LuftVZO erforderlich, die technische Ausrüstung des Luftfahrzeugs so zu gestalten, dass die Lärmbelastungen das nach dem Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht übersteigen. Die Grenzwerte werden gemäß Abs. 3 durch das Luftfahrt-Bundesamt bekannt gegeben.[448] Auf Grundlage dieser Grenzwerte wird für das Flugzeug dann ein Lärmzeugnis nach § 10 Abs. 4 LuftVZO ausgestellt. Start und Landung sind nur erlaubt, wenn dem Flugzeug ein solches Zeugnis erteilt worden ist, § 11c Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO[449]). In der gleichen Vorschrift

[445] Vgl. zur Entstehung von Luftverkehrsgeräuschen D.4.
[446] Kloepfer, Nr. 800.
[447] Kloepfer, Nr. 802.
[448] Abrufbar unter http://www.lba.de; zuletzt abgerufen am 06.04.2006.
[449] Kloepfer, Nr. 805.

ist bestimmt, dass Kapitel 2 Flugzeuge ab dem 1. April 2002 in Deutschland nicht mehr starten und landen dürfen.[450] Die Bemühungen um leisere Flugzeuge werden auch von den Flughäfen selber unterstützt, indem lärmarmen Flugzeugen ein Bonus bei den Landegebühren gewährt wird (Koch 2003, Rn. 52).

Weitere Regelungen sind in den §§ 2 Abs. 1 Nr. 4, 29b LuftVG enthalten. Flugzeuge werden nur zugelassen, wenn die Betriebsgeräusche das nach dem jeweiligen Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht übersteigen, § 2 Abs. 1 Nr. 4 LuftVG. Diese Norm enthält jedoch kein subjektiv-öffentliches Recht, so dass der Bürger nicht auf Einhaltung dieser Werte klagen kann.[451] Die Verpflichtung des § 29b LuftVG, vermeidbare Geräusche zu verhindern und die Ausbreitung unvermeidbarer Geräusche auf ein Mindestmaß zu beschränken, statuiert einen allgemeinen Grundsatz. Allerdings ist nur der Flugzeugführer gemäß § 1 Abs. 2 LuftVO iVm § 43 Abs. 1 Nr. 2 LuftVO mit ordnungsrechtlichen Sanktionen bedroht, wenn der Lärm bei dem Betrieb des Luftfahrzeugs stärker ist, als es die ordnungsgemäße Führung oder Bedienung unvermeidbar erfordert. Dieser Nachweis wird in der Regel schwer zu führen sein.

5.4.6.2 Lärmmindernde Planung

Bei der luftverkehrsrechtlichen Planfeststellung fehlt eine stufenartige Regelung wie die §§ 41 BImSchG ff., denn diese Vorschriften sind nicht für den Flugverkehr anwendbar.[452] § 2 Abs. 2 BImSchG nimmt Flugplätze aus dem Anwendungsbereich des BImSchG heraus. Es fehlen auch verbindlich festgesetzte Lärmgrenzwerte, aus verfassungsrechtlicher Sicht eine bedenkliche Unterregulierung (vgl. Berkemann 2002, 202 ff; ähnlich auch Czybulka 1999, 126 ff.). Für die Mehrzahl der Verkehrs- und Militärflughäfen in Deutschland sind durch Rechtsverordnungen des Bundes Lärmschutzbereiche gemäß § 3 FluglSchG erlassen worden.[453] Unberührt davon bleibt die Möglichkeit, mit Mitteln des allgemeinen Raumordnungsrechtes weitergehende Schutzbereiche festzulegen. So gibt es beispielsweise in NRW einen eigenen Landesentwicklungsplan zum Schutz gegen Fluglärm[454] und auch für Berlin und Brandenburg sieht ein gemeinsamer Landesentwicklungsplan zur Flughafenstandortentwicklung verstärkte Lärmvorsorge vor.[455]

Nach der Rechtsprechung des BVerwG lässt sich aber für die Bewältigung der Fluglärmproblematik ebenfalls ein Stufenprogramm entwickeln.[456] In

---

[450] S. dazu bereits F.5.2.4.
[451] Giemulla E (1997), in: Giemulla/ Schmid (Hrsg.), Luftverkehrsgesetz, Bd. 1. 1, § 2 Rn. 9.
[452] BVerwG, NVwZ 1998, 850.
[453] Vgl. die Aufstellung bei Kloepfer Nr. 820 Anm. 1 zu § 4.
[454] GVBl. NRW 1998, S. 512.
[455] GVBl. Berlin 2003, S. 521
[456] BVerwGE 87, 332 ff.

erster Linie ist die Lärmbelastung als abwägungserheblicher Belang in die Planung des Neubaus oder der wesentlichen Änderung eines Flugplatzes einzustellen. Dazu gehört die Prüfung von alternativen Standorten oder auch die Verlegung von Startbahnen. Danach kommen Betriebsregelungen in Betracht, z.B. Nachtflugverbote und Lärmkontingentierungen durch eine Beschränkung der Flüge. Zuletzt bleibt dann die Prüfung von aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen mit einem Vorrang des aktiven Schallschutzes.

Auffangfunktion bei der Planerstellung hat hier § 9 Abs. 2 LuftVG, der nach ständiger Rechtsprechung das kategorische Gebot enthält, keine unzumutbaren Lärmbelastungen der Bevölkerung durch den Flughafenbetrieb zuzulassen.[457] Wann aber die Zumutbarkeitsgrenze überschritten wird, ist tatrichterliche Einzelfall- und Auslegungsfrage[458]. Eine klare gesetzliche Regelung (vergleichbar mit den Bestimmungen der 16. und der 24. BImSchV) ist vorzugswürdiger und wäre, wie schon angedeutet, aus verfassungsrechtlicher Sicht u.U. geboten (Hofmann 2000, 173, 179). Die geeignete Ermächtigungsgrundlage für den Erlass von Grenzwerten ist mit § 32 Abs. 1 Nr. 15 LuftVG vorhanden. Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zusammen mit dem Bundesumweltministerium kann demnach die notwendigen Rechtsverordnungen über den Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm, insbesondere durch Maßnahmen zur Geräuschminderung am Luftfahrzeug, beim Betrieb am Boden, beim Starten und Landen sowie beim Überfliegen besiedelter Gebiete erlassen. Ein erster Schritt auf Grund des § 32 Abs. 1 S. 1 Nr. 15 und S. 5 LuftVG wurde mit der Landeplatz-Lärmschutz-Verordnung vom 5. Januar 1999 getan, die allerdings nur den nicht gewerblichen zivilen Flugverkehr mit kleineren propellergetriebenen Flugzeugen und Motorseglern erfasst.[459]

Die ermittelte Zumutbarkeitsgrenze ist in die planerische Abwägung nach § 8 Abs. 1 LuftVG einzustellen.[460] So ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten zum Schallschutz. Insbesondere sind betriebliche Regelungen wie Nachtflugverbote, Start- und Landeverbote an Sonn- und Feiertagen nicht nur bei der Genehmigungserteilung nach § 6 LuftVG möglich, sondern diese können auch Gegenstand der Planfeststellung gemäß § 8 Abs. 4 LuftVG sein. Die zuständigen Behörden haben dabei aufgrund des Gebotes der gerechten Abwägung aller betroffenen Belange sowohl die Maßnahmen des aktiven als

---

[457] BVerwGE 56, 110, 123 f.; BVerwGE 87, 332, 342 ff.; BVerwGE 107, 313, 323.; zur Entwicklung dieser Rechtsprechung Koch H-J (2002). In: Zeitschrift für Luftfahrtrecht (ZfL) 2002, 235 ff; Storost U (2004) Umweltprobleme bei der Zulassung von Flughäfen – Materielle Schutzstandards (Immissions- und Naturschutz). In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ) 2004, S. 257 ff.

[458] Die Zumutbarkeitsschwelle ist von der Rechtsprechung bei einem Innenpegel von etwa 55 dB(A) tagsüber und 45 dB(A) nachts gezogen worden, vgl. BVerwGE 51, 15.

[459] LplLärmSchV BGBl. 1999 I S. 35 (Kloepfer Nr. 808).

[460] BVerwGE 87, 332, 341 ff.; BVerwGE 122, 313, 322.

auch des passiven Schallschutzes in Betracht zu ziehen. Eine ausschließliche Berücksichtigung nur passiver Schallschutzmaßnahmen macht die Abwägung fehlerhaft.[461]

5.4.6.3 Verkehrsregulierung

Eine Regulierung des Flugverkehrs ist nach der LuftVO möglich. Neben der oben beschriebenen Vorschrift für Flugzeugführer ist hier insbesondere die Regelung der An- und Abflugstrecken zu Flugplätzen auf Grund des § 27a Abs. 2 LuftVO von Bedeutung. Die Festlegung in Rechtsverordnungen durch das Luftfahrt-Bundesamt unterliegt grundsätzlich dem Abwägungsgebot, so dass die aufgrund der Lage des Flughafens auftretenden Lärmkonflikte in einer umfassenden Interessenabwägung gelöst werden müssen (Sparwasser, Engel, Voßkuhl 2003, § 10 Rn. 438 ff.). Die Rechtslage ist hier allerdings diffus und bietet Anlass zum Streit zwischen Rechtsprechung und Literatur, insbesondere was den (Lärm-)Rechtsschutz gegen die Flugroutenfestsetzungen betrifft (Czybulka 2003, 9 ff.). Hier hat das BVerwG in jüngster Zeit konkret Stellung bezogen: Bei der Festlegung der Flugrouten habe das Luftfahrt-Bundesamt eine Abwägungsentscheidung zu treffen, *„die gerichtlich überprüfbar, aber nicht an den zum Abwägungsgebot im Fachplanungsrecht entwickelten Grundsätzen zu messen ist“*.[462] Es fehle ein der Planung immanentes Element, indem das Bundesamt die vorhandenen Lärmquellen nur *„bewirtschaften“* und verteilen könne, aber keinen Einfluss auf den Umfang des Flugbetriebes habe. Darüber, ob im Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren für den Flughafen dem Lärmschutz ausreichend und optimal Rechnung getragen worden ist, habe das Luftfahrt-Bundesamt nicht zu befinden. Vielmehr betont das BVerwG, dass bei der Festlegung von Flugrouten die Sicherheitsaspekte im Vordergrund stehen und damit dem Lärmschutz vorgehen.

Die Festlegung der Flugrouten erfolgt unter Ausschluss der Öffentlichkeit allein durch Anhörung der Fluglärmkommission, § 32b LuftVG. Das Luftfahrt-Bundesamt folgt dabei im Wesentlichen der unveröffentlichten Planungsrichtlinie „Fluglärmminderung“ der Deutschen Flugsicherungs-GmbH. Dieses Verfahren begegnet rechtsstaatlichen Bedenken, denn mit § 32 Abs. 1 Nr. 15 LuftVG ist eine Ermächtigungsgrundlage vorhanden (Berkemann 2002, 202, 205; Sparwasser, Engel, Voßkuhl 2003, § 10 Rn. 440; Vertiefend Berkemann (2002, 9ff.).

---

[461] BVerwGE 87, 332, 348.

[462] BVerwG, NVwZ 2004, 1229; BVerwG, Urt. v. 28. Juni 2000, 11 C 13.99; a.A. Repkewitz U (2005) Festlegung von Flugrouten – Materielle und formelle Anforderungen, Rechtsschutz. In: Verwaltungsblätter Baden-Württemberg (VBlBW) 2005, 1f.

5.4.6.4 Fluglärmschutzgesetz

Die vermeintlich wichtigsten Lärmschutzregelungen enthält jedoch das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluglSchG).[463] Immerhin war das FluglSchG von 1971 der erste Fall einer spezialgesetzlichen Regelung auf dem Gebiet des Verkehrslärms. Die 2004 vorgelegte Novelle des FluglSchG konnte aufgrund der vorgezogenen Neuwahlen in der 15. Legislaturperiode nicht mehr zur Abstimmung gelangen.[464]

Die Reformbedürftigkeit und Lückenhaftigkeit des FluglSchG ist seit langem anerkannt. Die derzeitige Fassung regelt nur Teilbereiche und insbesondere geben die enthaltenen Lärmgrenzwerte keinen Aufschluss über die Zumutbarkeit oder Gesundheitsschädlichkeit der Lärmbelastung (Schwenk 1996, 144). Das Gesetz sieht für Verkehrsflughäfen, die dem Fluglinienverkehr angeschlossen sind, und militärische Flugplätze, die für den Betrieb von Flugzeugen mit Strahlentriebwerken bestimmt sind, die Festsetzung von Lärmschutzbereichen durch Rechtsverordnungen des Bundesumweltministeriums mit Zustimmung des Bundesrates, z.T. mit Einvernehmen des Verkehrsministeriums.[465] Der Lärmschutzbereich wird dabei nach dem Maß der Lärmbelästigung in zwei Schutzzonen unterteilt. In beiden Schutzzonen gilt ein Planungs- und Errichtungsverbot für lärmempfindliche öffentliche Einrichtungen, wie Krankenhäuser, Altenheime, Schulen u.ä. In der deutlich lauteren Schutzzone 1 ist weiter ein Bauverbot für Wohnungen vorgesehen. § 5 Abs. 3 FluglSchG sieht jedoch weitreichende Ausnahmen vor, so dass das Errichtungsverbot letztlich auf ein Planungsverbot für neue Wohngebiete reduziert wird.[466] Dazu kommen eine Entschädigungsregelung im Falle eines Bauverbotes und einer dadurch bedingten erheblichen Wertminderung des Grundstücks sowie ein Anspruch auf Aufwendungsersatz für Schallschutz, §§ 8 und 9 FluglSchG. In den Lärmschutzzonen 2 dürfen Wohnungen nur mit Schallschutzauflagen geplant und errichtet werden. Dazu ist auf Grundlage des § 7 FluglSchG die Verordnung über bauliche Schallschutzanforderungen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm[467] erlassen worden, in der die vorgeschriebenen Schallschutzanforderungen für bestehende und zu errichtende Bauten normiert werden.

---

[463] Vom 30. März 1971, BGBl. 1971 I S. 282 (Kloepfer Nr. 820).

[464] Der Entwurf findet sich unter http://www.bmu.de/files/fluglaerm_endfassung.pdf; zuletzt abgerufen am 6.4.2006.

[517] Schwenk W (1996) Handbuch des Luftverkehrsrechts. Heymanns, Köln, 144.

[465] §§ 1 und 4 FluglSchG. Eine Aufzählung der erlassenen VOe findet sich bei Kloepfer Nr. 820 FN 1 zu § 4 FluglSchG.

[466] Koch stellt deshalb fest, dass so seit Inkrafttreten des FluglSchG in Schutzzonen 1 Gebieten die Lärmsanierungsfälle von morgen errichtet werden, Koch H-J (2003) Flughafenplanung und Städtebau: Die Zukunft des Fluglärmgesetzes. In: Natur und Recht (NuR) 2003, 72, 73.

[467] Vom 5. April 1974, BGBl. 1974 I S. 903 (Kloepfer, Nr. 824).

Damit bleibt das FluglSchG auf den rein passiven Schallschutz beschränkt mit Regelungen, die nicht mehr den heutigen Anforderungen an einen ausreichenden Lärmschutz genügen (Jarras 1994, 145, 149).[468] Die Richtwerte mit einem Dauerschallpegel > 75 dB(A) in Schutzzonen I und > 67 dB(A) liegen deutlich über der durch das BVerwG aus der TA Lärm für Mischgebiete entnommenen Grenze für ungesunde Wohnverhältnisse.[469] Die geplante Novelle bringt hier notwendige Verbesserungen, indem eine deutliche Absenkung der Grenzwerte, die Festsetzung von Maximalpegeln für die Nacht und eine periodische Anpassung der Grenzwerte an den Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse vorgeschlagen wird.[470] Zudem werden der Geltungsbereich des FluglSchG auf alle größeren Verkehrsflughäfen erweitert und Entschädigungsregelungen für die Erstattung von Lärmschutzmaßnahmen eingeführt.[471]

5.4.7 Wasserverkehr

Auch Wassersport und Binnenschifffahrt führen zu einer Lärmbelastung der Umgebung. Vor allem die Zunahme des motorisierten Wassersports auf den Binnengewässern bringt eine erhebliche Belästigung der Anwohner und Erholungssuchenden mit sich; zu denken ist nur an den rasenmäherähnlichen Lärm eines Jetski oder das laute „Röhren“ eines Jetboots.

Gegenwärtig werden das aus Art. 2 Abs. 1 GG fließende Recht auf Sportausübung und die grundsätzliche Freiheit der Schifffahrt aus Gründen des Lärmschutzes fast gar nicht eingeschränkt. Es fehlen hier feste Emissionsschutzwerte trotz vorhandener, einschlägiger Ermächtigungsgrundlagen. Dem Bund obliegt auf dem Gebiet der Binnenschifffahrt für die Bundeswasserstraßen die Aufgabe, schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG zu verhüten, § 1 Abs. 1 Nr. 2 Binnenschifffahrtsaufgabengesetz (BinSchAufgG).[472] Nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 BinSchAufgG ist das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen ermächtigt, Rechtsverordnungen zur Emissionsverhütung zu erlassen. In Betracht kommen hier Lärmschutzregelungen durch Ruhezeiten, Geschwindigkeitsbeschränkungen und Sperrung eines Flussabschnitts für Boote, die festgelegte Emissionsgrenzwerte überschreiten. Einzig in § 6 Abs. 1 Nr. 1 Wassermotorräder-Verordnung[473] findet sich eine Regelung, die zu einer Beschränkung des Jetski-, Jetbike- oder auch Waterscooterfahrens auf den Bundeswasserstraßen führt.

---

[468] Die ironische Bezeichnung als „Gesetz zum Schutz von Flugplätzen“ ist so durchaus zutreffend.
[469] BVerwGE 84, 322, 333.
[470] http://www.bmu.de/files/fluglaerm_endfassung.pdf; zuletzt abgerufen am 06.04.2006.
[471] Vgl. die synoptische Gegenüberstellung des VCD unter http://www.vcd.org/themen/download/Synopse_kurz_VCD.pdf, letzter Abruf: 30. Juli 2005; zuletzt abgerufen am 06.04.2006.
[472] Kloepfer, Nr. 265.
[473] Kloepfer, Nr. 269.

So ist das Fahren dort nur von 7.00– 20.00 Uhr, in keinem Fall aber vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang, gestattet.

Diese Regelungslücke bei Lärmemissionen setzt sich im BImSchG fort. Zwar gilt nach § 38 Abs. 1 S. 2 BImSchG, dass auch beim Fahren mit Wasserfahrzeugen vermeidbare Emissionen zu verhindern und unvermeidbare Emissionen auf ein Mindestmaß zu beschränken sind. Aber vor allem für das Freizeiterlebnis Wassermotorsport ist diese Vorschrift für die Lärmbekämpfung gänzlich ungeeignet und wohl kaum justitiabel (Franz 2001, S. 228 ff.). Es fehlen hier nach § 38 Abs. 1 S. 1 BImSchG festgesetzte und erforderliche Grenzwerte. Insbesondere aber passt die Vorschrift nicht für Sportboote, Jetski oder Jetboot, denn hier geht es gerade um das spaßbringende Hin- und Herfahren, womit im Grunde jeglicher Lärm vermeidbar im Sinne der Norm erscheint.

Bei der Planung von Wasserstraßen sind Lärmkonflikte nach Maßgabe des allgemeinen Abwägungsgebotes zu lösen, §§ 13 Abs. 1 S. 2 und § 14 Abs. S. 2 Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) wie auch die Vorschriften in den Wassergesetzen der Länder, z.B. § 64 Wasserstraßengesetz Baden-Württemberg (WG BW). Der Bund hat eine Rahmenkompetenz für die haushälterische Bewirtschaftung des in der Natur vorhandenen Wassers nach Menge und Güte, Art. 75 Abs. 1 Nr. 4 GG und eine konkurrierende Kompetenz für die verkehrsmäßige Nutzung schiffbarer Gewässer, Art. 74 Abs. 1 Nr. 21 GG. Daneben haben die Länder eigene Vorschriften zur Ausfüllung und Ergänzung der bundesrechtlichen Regelungen erlassen (Überblick bei von Lersner, Berendes 2004). Das Ziel des Lärmschutzes spielt hier, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle. Im Vordergrund stehen die Sicherung von Wasserangebot und -qualität, die Regelung des Gemeingebrauchs an Gewässern sowie der Natur- und Landschaftsschutz.

5.5 Abwägung

Wie zuvor dargestellt, können sich die Verursacher von Lärm wie die Lärmbetroffenen auf verfassungsrechtliche Positionen berufen. Der schonende Ausgleich zwischen diesen Positionen ist vor allem vom parlamentarischen Gesetzgeber, ferner vom Rechtsverordnungsgeber vorzunehmen, wobei dem parlamentarischen Gesetzgeber ein erheblicher politischer Gestaltungsraum zukommt. Parlament und Regierung (als Verordnungsgeber) können dabei nur normative Abwägungen vornehmen, d.h. solche, die regelmäßig abstrakt (einzelfallunabhängig) und generell (für die Allgemeinheit, nicht einzelfallbezogen), geschehen. Dabei wird es sich um allgemeine Abwägungen handeln, die bestenfalls typisierend oder anhand von Beispielsbildungen erfolgen. Die konkrete Abwägung geschieht auf der Ebene der Gesetzesanwendung durch Verwaltung und Rechtsprechung. Hier ist ein Rückgriff auf das Verfassungsrecht denkbar, aber nur dann, wenn die Gesetze und Rechtsverordnungen einen Ermessens- und Gestaltungsspielraum enthalten.

Die Abwägung auf Verfassungshöhe, also der schonende Ausgleich der Grundrechte von Lärmemittenten und Lärmbetroffenen, die Abwägung des Gesetzgebers im Rahmen seines politischen und rechtlichen Gestaltungsspielraums und die einzelfallorientierte Abwägung des Gesetzesanwenders erfolgen aufgrund unterschiedlicher Maßstäbe. Es lassen sich freilich übergreifende Strukturen und allgemeine Anforderungen für jede Abwägung feststellen.[474] Erforderlich sind eine vollständige Zusammenstellung aller abwägungserheblichen Belange und eine anschließende ordnungsgemäße Gewichtung. Beim Neubau einer Straße sind also z.B. die Lärmschutzinteressen der Anwohner, die Schutzbedürftigkeit besonderer Gebiete (reine Wohngebiete, Naturschutzgebiete[475]), das öffentliche Interesse an einer verbesserten Infrastruktur, die Notwendigkeit der konkreten Trassenführung oder auch das erwartete Verkehrsaufkommen abwägungserhebliche Belange. Eine Prüfungsreihenfolge und Hierarchisierung ergibt sich aus dem Vier-Stufen-Programm der §§ 41-43 und 50 BImSchG (lärmvermeidende Planung, aktiver Lärmschutz, passive Schallschutzmaßnahmen, Entschädigung).

Solche normativen Abwägungsprogramme sind freilich nur begrenzt den entsprechenden Vorschriften zu entnehmen und teilweise wohl auch bewusst kaschiert. Auch lässt sich dem BImSchG nicht die Regel entnehmen, dass Lärm auf jeden Fall zu vermeiden ist. Bereits im Planungsstadium ist Lärm nicht unbedingt, sondern nur „*soweit wie möglich*", § 50 BImSchG, zu vermeiden. Ist unter Einhaltung dieses Optimierungsgebotes (die planende Behörde hat die Belange des Immissionsschutzes erkennbar und mit besonderem Gewicht in die planerische Abwägung einzustellen) die Entscheidung für eine bestimmte Trassenführung gefallen, ist unvermeidbarer Lärm hinzunehmen, wenn er auf ein Mindestmaß beschränkt wird (§ 38 Abs. 1 S. 2 BImSchG) oder nach dem Stand der Technik nicht vermeidbar ist (Art. 41 Abs. 1 BImSchG).

Die technischen Möglichkeiten entwickeln sich ständig weiter, so dass es z.B. möglich ist, durch Tunnelbau Lärmemissionen einer Straße fast vollständig zu vermeiden. Ob damit der neueste Stand der Technik, also das technisch bzw. theoretisch Machbare (sofern die praktische Eignung gesichert erscheint)[476], zum Maßstab erklärt wird (eine weitgehende Tunnelung der Straße) oder der Einzelfall mit zu berücksichtigen ist (im Grunde wird dann bereits bei der Prüfung des § 41 Abs. 1 BImSchG eine Abwägung vorgenommen)[477], wird unterschiedlich beantwortet. Nicht gefordert ist dagegen eine Verkleinerung der geplanten Straße oder gar ein Verzicht auf das ganze

---

[474] Dazu Kloepfer M (1995) Abwägungsregeln bei Satzungsgebung und Gesetzgebung. In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBL) 1995, 441.

[475] Wobei auch bei Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege Lärmeinwirkungen gering zu halten sind, § 2 Abs. 1 Nr. 7 BNatSchG (Kloepfer, Nr. 150).

[476] So Schulze-Fielitz H, GK, § 41 Rn. 65; Jarass H (2005) Bundesimmissionsschutzgesetz. § 41 Rn. 44 f.

[477] Dieser Auffassung ist Hansmann, LR, § 41 BImSchG Rn. 41.

Projekt. Die Pflicht zur Lärmvermeidung gemäß *„dem Stand der Technik“* betrifft nicht das Ob, sondern nur das Wie des Verkehrsvorhabens.

Aber auch wenn eine komplette Tunnelführung für eine Straße technisch machbar ist, kann eine solche Maßnahme des aktiven Lärmschutzes aufgrund der hohen Kosten im Vergleich zum Lärmminderungseffekt unverhältnismäßig sein, § 41 Abs. 2 BImSchG. Es zeigt sich damit, dass kein *„Lärmschutz um jeden Preis“*[478] gefordert ist.

5.6 Landesrecht

Das BImSchG – und die dort enthaltenen (anlagen- und) verkehrsbezogenen Immissionsschutzregelungen – sind Bundesrecht, so dass in seinem Anwendungsbereich der Weg für eigene Regelungen der Bundesländer versperrt ist, Art. 72 Abs. 1 GG (allgemein dazu Kloepfer 2002, § 2 Kap. D.). Den Immissionsschutzgesetzen und Rechtsverordnungen der Länder[479] verbleiben der so genannte handlungsbezogene Immissionsschutz (Regelung des. privaten Lärms von Menschen), z.B. Vorschriften über den Schutz der Nachtruhe oder die Benutzung von Radios oder Tonbandgeräten im Freien und die Regelungsbefugnis für nach dem BImSchG nicht genehmigungsbedürftige Anlagen, §§ 22 Abs. 2, 23 Abs. 2 BImSchG.

Auch der handlungsbezogene Immissionsschutz kann zuweilen dem Schutz vor Verkehrslärm dienen – und trifft dabei wiederum auf bundesgesetzliche Regelungen; § 30 StVO beispielsweise verbietet unnötigen Lärm, unnötiges Laufenlassen von Fahrzeugmotoren und das unnütze Hin- und Herfahren innerhalb geschlossener Ortschaften, wenn dadurch andere belästigt werden.[480] Teilweise findet sich diese Regelung auch in den Landesgesetzen, z.B. § 11a Landesimmissionsschutzgesetz NRW (LImschG NRW)[481] oder Art. 12 Bayerisches Immissionsschutzgesetz (BayImSchG).[482] Der handlungsbezogene Verkehrlärmschutz wird also im konkreten Einzelfall durch Ge- und Verbote erreicht, ohne sich jedoch generell für die (abstrakte) Lösung von Lärmkonflikten zu eignen. Dies bleibt Aufgabe der verkehrsbezogenen Immissionsschutznormen.

---

[478] Schulze-Fielitz, GK, § 41 Rn. 68 BImSchG.

[479] Aufzählung der Immissionsschutzbestimmungen der Länder bei Kloepfer M (2004) Umweltrecht. 3. Auflage, Beck, München, § 14 Rn. 47.

[480] Hier tritt freilich ein grundsätzlicher Konflikt zwischen Anlieger- und Umweltschutz einerseits und individuellen Freiheitsansprüchen andererseits zu Tage. Wie ist z.B. ein Motorradkorso und das bloße „Flanieren“ im Auto zu beurteilen?

[481] Gesetz zum Schutz vor Luftverunreinigungen, Geräuschen und ähnlichen Umwelteinwirkungen vom 18.3.1975 GV. NW. 1975 S. 232, zuletzt geändert durch Gesetz vom 25.9.2001, GV. NW. 2001 S. 708.

[482] Bayerisches Immissionsschutzgesetz vom 8.10.1974 GVBl. 1974 S. 499, zuletzt geändert durch Gesetz vom 24.12.2001, GVBl. 2001 S. 999.

Für den Vollzug des BImSchG sind die Länder bzw. die durch Landesrecht zu bestimmenden Behörden (vgl. zu den hier maßgeblichen Landesvorschriften Kloepfer 2004, § 14 Rn. 355 FN 748) zuständig, Art. 83 GG (vgl. allgemein zur Stellung der Länder beim Erlass von umweltrechtlichen Normen und ihrem Vollzug Hansmann 2001, 765 ff.). Der Bund hat beim Immissionsschutz nicht von seiner nach Art. 84 Abs. 1 GG bestehenden Möglichkeit Gebrauch gemacht, solche Landesbehörden zu benennen. Eine wichtige Rolle bei der Vorbereitung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften zum Lärmschutz und der Koordinierung von Bundes- und Landesverwaltung fällt dem Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) zu, namentlich dem dort bestehenden Unterausschuss zur Lärmbekämpfung.[483] Auch der Bau und die Planung der Verkehrswege, für welche die Länder Träger der Baulast sind, obliegt den Ländern bzw. als Ausfluss der kommunalen Planungshoheit, Art. 28 Abs. 2 GG den Kreisen und Gemeinden.

5.7 Technische Normen

Wichtige Immissionsgrenzwerte oder Messvorgaben für die Praxis enthalten auch die technischen Vorschriften privater Normungsorganisationen, die aber nur jenseits des Anwendungsbereichs des BImSchG als Richtwert für die Abwägung gelten können (Schink 2003, 1041, 1042). Zu nennen sind hier vor allem die VDI-Richtlinie 2058 zur Beurteilung von Lärmbelästigungen und die Vorschrift DIN 18005, die z.B. in NRW mittels eines Runderlasses des Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr als Verwaltungsvorschrift behördenintern verbindlich ist.[484] Das ergänzende Beiblatt enthält schall-technische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, die bei der Gebietsplanung eingehalten oder unterschritten werden sollen. Das Berechnungsverfahren für die Beurteilungspegel erfolgt dabei nach der Richtlinie zur Berechnung von Schallimmissionen von Schienenwegen „Schall 03“ bzw. der Richtlinie zum Lärmschutz an Straßen (RLS-90). Die Werte liegen dabei deutlich unter den Grenzwerten des BImSchG und der BImSchVOen. Sie werden von der Verwaltung wie von den Gerichten als Erkenntnisquelle herangezogen, erlangen aber – sofern sie nicht im Landesrecht rezipiert sind – keine Rechtsverbindlichkeit nach außen, d.h. gegenüber dem Bürger. „*Eine weitergehende Bedeutung als die eines Indizes*“[485] haben diese Regelungen für die Frage nach der Erheblichkeit von Immissionen demnach nicht.

---

[483] http://www.lai-immissionsschutz.de/index.html; zuletzt abgerufen am 06.04.2006.
[484] Runderlass vom 21. Juli 1988 MBl. NW. S. 1238.
[485] BVerwGE 79, 254 (264).

5.8 Fazit

Insgesamt bleibt festzustellen, dass die maßgeblichen Vorgaben für den Verkehrslärmschutz dem Bundesrecht entstammen und damit nicht auf Länderebene geregelt worden sind. Der verkehrsbezogene Lärmschutz findet in den Bundesländern überwiegend auf der Ebene derin der Regel durch die Exekutiven statt, denn eine eigene legislative gesetzgeberische Tätigkeit der Länder ist durch die bestehenden Bundesregelungen und Kompetenzen weitgehend gesperrt. Die materiell-rechtlichen Vorschriften sind dem BImSchG und seinen Verordnungen zu entnehmen, die auch im Bereich der Verkehrswegeplanung bei der Abwägung heranzuziehen sind. Mit gewissen Einschränkungen (z.B. § 41 Abs. 2 BImSchG) gilt ein Vorrang der Bewältigung von Lärmkonflikten im Planungsstadium, also der Lösung solcher Konflikte mit planerischen Mitteln, z.B. durch lärmschützende Vorkehrungen im Bebauungsplan. Die planungsverantwortliche Behörde soll sich nicht ihrer Pflicht zur fehlerfreien Abwägung entziehen, indem sie die Beachtung des Lärmschutzes den ausführenden bzw. überwachenden Behörden überlässt. Wenn die planende Behörde Lärmkonflikte nicht entsprechend berücksichtigt, ist es unwahrscheinlich, dass hier eine Korrektur durch die nachgeschalteten Behörden erfolgt. So In diesem Fall wird würde dann der Lärmkonflikt auf dem Rücken der betroffenen Bürger ausgetragen, die (abgesehen von den vorgeschriebenen Beteiligungsmöglichkeiten im Planungsverfahren) vor die Gerichte ziehen müssten. Auch wenn das Gebot der (Lärm-) Konfliktbewältigung im Planungsrecht nur relativ gilt, ist es auch im Interesse der Behörden, bereits in diesem Stadium hinreichenden Lärmschutz zu gewährleisten, um spätere Prozesse zu vermeiden.

Insgesamt bestehen füFür die Gemeinden bestehen zahlreiche Möglichkeiten des Lärmschutzes bei der planerischen Umsetzungdurch die Bauleitplanung: die Gliederung von Baugebieten sowie der Ausschluss bestimmter Nutzungen nach Lärmschutzkriterien, immissionsabschirmende Vorkehrungen an Gebäuden, Festsetzung von Lärmschutzwällen- und sonstigen Anlagen, Festsetzung von Immissionsschutz- und Abstandsflächen usw.

Trotz der beachtlichen Entwicklung des deutschen Lärmschutzrechtes bleibt ein Problem – auch auf Landesebene – weiterhin gesetzlich unbeachtet. Es fehlt ein Recht der *Lärmsanierung*, denn die vorhergehend geschilderten Vorschriften gelten lediglich für den Neubau bzw. die wesentliche Änderung eines Verkehrsweges. Im Planungsrecht ist weder der Erlass nachträglicher Anordnungen noch die Möglichkeit eines ergänzenden Planfeststellungsbeschlusses vorgesehen, wenn ein stark gewachsenes Verkehrsaufkommen zu einer Überschreitung der für den Neubau geltenden Grenzwerte geführt hat (Schulze-Fielitz 2001, 181, 191.). Der Behörde verbleiben nur die Handlungsbefugnis gemäß § 45 StVO und die Betroffenen können unter gewissen Voraussetzungen einen Entschädigungsanspruch geltend machen, wenn in ihre Grundrechte unverhältnismäßig eingegriffen

wird. Dahinter steht freilichDas Fehlen eines Rechts der Lärmsanierung ist freilich eine politische Entscheidung, da eine positiv-rechtliche Regelung der Lärmsanierung zu immensen Kosten für Bund, Länder und Gemeinden führen würde.

6 Staatliche Abwägungsentscheidungen in der Praxis

6.1 Träger staatlicher Abwägungen und ihre Handlungsformen

6.1.1 Lärmschutz als Abwägungselement

Lärmschutzbelange werden bei Entscheidungen auf allen Ebenen des vertikal und horizontal gegliederten Staates (Bund, Länder und Kommunen) berührt – jeweils mehr oder weniger zentral, direkt und intensiv. Das Interesse an möglichst weitgehender Verschonung mit Lärm tritt dabei stets in Konkurrenz zu einer Vielzahl gegenläufiger Interessen, oft solcher an der unbehinderten Ermöglichung lärmerzeugender Vorgänge (vgl. F.1.1). Das zeigt sich besonders deutlich an der Verkehrsinfrastruktur, deren Bereitstellung – wiewohl traditionell sogar als Daseinsvorsorge verstanden – vom ersten Planentwurf eines Vorhabens an untrennbar mit der Frage nach der Verantwortbarkeit des dadurch ausgelösten Lärms verbunden ist. Auch die Finanzierung von Lärmschutzmaßnahmen, die Belastungen erträglich machen sollen, tritt in Konkurrenz zu Interessen; denn sie verknappt zwangsläufig die Spielräume für alle anderen aus demselben Haushalt zu finanzierenden Aufgaben. Entscheidungen solcher Art nötigen unentwegt zum Ausgleich kollidierender Rechte, Rechtsgüter, Interessen und Belange einzelner wie der Allgemeinheit. Für diesen Ausgleich hat sich in der juristischen Dogmatik der Begriff der Abwägung eingebürgert.

6.1.2 Gesetzgeber als Abwägungsträger

Der Pflicht, die beteiligten Positionen im Konkurrenzfalle untereinander und gegeneinander (gerecht) abzuwägen, sind alle Staatsorgane unterworfen. Denn die sachliche Notwendigkeit zur Abwägung resultiert allein aus der *Art* der gestellten Aufgabe. Von welcher staatlichen Stelle eine solche Aufgabe erfüllt wird und welcher Handlungs- oder Verfahrensform sich die Stelle dabei bedient, ist ohne Bedeutung.[486] Abzuwägen hat, wem eine entsprechende Aufgabe, insbesondere eine Planungs- oder Gestaltungsbefugnis, übertragen ist. Dementsprechend liegen Abwägungen

[486] Vgl. BVerwG, Urteil vom 28. Juni 2000 – 11 C 13.99 –, BVerwGE 111, 276; Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 –, BVerwGE 56, 110, 122 m.w.N. Zu den so genannten Flugrouten, die durch Rechtsverordnung des Luftfahrt-Bundesamtes festgelegt werden (§ 27a LuftVO), vgl. die Nachweise in Fußn. 6.

schon zahlreichen abstrakt-generellen Regelungen der *parlamentarischen Gesetzgeber* des Bundes und der Länder (den so genannten förmlichen Gesetzen) zugrunde. Die Fachplanungsgesetze des Bundes etwa (Fernstraßengesetz, Allgemeines Eisenbahngesetz, Wasserstraßengesetz, Luftverkehrsgesetz) zielen auf die Ermöglichung lärmerzeugender Anlagen und Verkehre ab und beinhalten damit unausgesprochen eine, wenn auch ganz allgemeine, Billigung der von ihnen erfassten Infrastruktur. Bedarfsgesetze treffen rechtsverbindliche Aussagen u.a. über „vordringlich" herzustellende Verkehrswege; die Bereitstellung öffentlicher Mittel in Haushaltsgesetzen schafft dafür wie für den notwendigen Lärmschutz die verbindlichen finanziellen Grundlagen. In manchen Bundesländern werden zudem bestimmte Raumordnungspläne (in Nordrhein-Westfalen z.B. das Landesentwicklungsprogramm nach § 16 LPlG) als Gesetz beschlossen. Schließlich steht dem Gesetzgeber offen, im Einzelfall selbst planend Verkehrswege zuzulassen, ohne dass er dadurch zwangsläufig in den Kernbereich einzugreifen, der von Verfassungs wegen der vollziehenden Gewalt vorbehalten ist. Staatliche Planung, auch im Bereich der anlagenbezogenen Fachplanung, ist weder eindeutig der Legislative noch eindeutig der Exekutive zugeordnet. Der Gesetzgeber darf daher – auf Initiative und Vorbereitung von Regierung und sonstigen Verwaltung hin – durch Gesetz einen Plan beschließen, sofern die Materie ihrer Natur nach geeignet ist, gesetzlich geregelt zu werden und sonstige verfassungsrechtliche Gründe nicht entgegenstehen.[487] Für diese und andere planende Rechtsakte der Gesetzgeber gelten die Regeln der normativen Abwägung (unten 6.3).

6.1.3 Abwägungen durch Verwaltungsstellen

Typische Handlungsform der Verwaltung, d.h. der Regierungen des Bundes und der Länder, der ihnen nachgeordneten Behörden bis hin zu den Gemeinden, ist der Einzelakt, mit dem konkrete bzw. individuelle[488] Entscheidungen verbindlich gemacht werden, und zwar gegenüber nachgeordneten Stellen oder mit so genannter Außenwirkung gegenüber Dritten. Im letzten Fall handelt es sich um Verwaltungsakte (§ 35 VwVfG), durch

[487] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 17. Juli 1996 – 2 BvF 2/93 –, BVerfGE 95, 1 – Investitionsmaßnahmegesetz über den Bau der „Südumfahrung Stendal" der Eisenbahnstrecke Berlin-Oebisfelde.

[488] Dies bedarf vorsorglich der Erläuterung: Rechtsakte werden nach ihrem Inhalt grob in abstrakt-generelle Regelungen (Rechtssätze: Gesetze, Rechtsverordnungen, Satzungen) und individuell-konkrete (Einzelakte, vor allem Verwaltungsakte) eingeteilt. Das Gegensatzpaar „abstrakt" – „konkret" kennzeichnet die unbestimmte Vielzahl bzw. die Bestimmtheit von Sachverhalten; das Begriffspaar „generell" – „individuell" bezieht sich entsprechend auf die (Un-)Bestimmtheit des Adressatenkreises. Der juristischen Dogmatik sind Mischformen geläufig. Generell-konkrete Regelungen etwa werden heute als Allgemeinverfügungen bezeichnet (vgl. § 35 Satz 2 VwVfG).

die Genehmigungs- oder Planfeststellungsbehörden Umweltvorhaben Privater, insbesondere Verkehrswege, zulassen. Diese erlaubenden Verwaltungsakte unterliegen den Regeln der planerischen Abwägung (unten F.6.5). Konkreten Zulassungsentscheidungen in Gestalt von Genehmigungen, Plangenehmigungen oder Planfeststellungsbeschlüssen gehen aber eine Vielzahl höherstufiger Einzelentscheidungen von Verwaltungsstellen voraus, aus denen die letztverbindliche Gestalt eines Verkehrsweges zu entwickeln ist. Die Verkehrswegeplanung wird deshalb als *mehrstufig* bezeichnet (Steinberg/Berg/Wickel 2000, § 7).[549] Zu den übergeordneten Stufen gehören die schon erwähnten Bedarfsgesetze, aber auch die Bundesverkehrswegepläne, die von der Bundesregierung im mehrjährigen Abstand beschlossen werden (dazu F.4.3.2.2). Das Bundesverkehrsministerium legt die in Wahrnehmung eines gesetzlichen Gestaltungsauftrages die Linienführung von Bundesfernstraßen und Bundeswasserstraßen fest und bestimmt dadurch den grundsätzlichen Verlauf und die Merkmale dieser Verkehrswege (dazu wie vor). Auf Länderebene können sodann – zunehmend konkreter werdende – Raumordnungspläne erstellt werden (dazu F.4.3.2.2 sowie unten F.6.4). Für grenzüberschreitende Verkehrsstrecken sind schließlich im europäischen Zusammenhang die Entscheidungen der Gemeinschaftsorgane über den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes (vgl. Art. 154 f. EGV) von Bedeutung.[489]

6.1.4 Rechtssetzung durch die Verwaltung

Für abwägende Entscheidungen steht Verwaltungsstellen nicht nur Verwaltungsakte, sondern grundsätzlich ein breites Spektrum von Handlungsformen offen. Dieses schließt Rechtssetzung durch so genannte Gesetze im materiellen Sinne (Verordnungen, Satzungen) ein, sofern die Befugnis dazu gesetzlich eingeräumt ist. Die Verfassungen des Bundes und der Länder ermöglichen besondere Verordnungsermächtigungen zugunsten exekutivischer Verordnungsgeber, als deren mögliche Adressaten Art. 80 Abs. 1 Satz 1 GG Bundesregierung, Bundesminister oder die Landesregierungen aufführt. Zulässig ist eine Weiterermächtigung (Subdelegation), wie sie z.B. das Luftfahrt-Bundesamt für die Festlegung von Ab- und Abflugverfahren ausübt (§ 32 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1, Abs. 3 LuftVG i.V.m. § 27a Abs. 2 LuftVO). Für die Abwägung, die der Festlegung eines Flugverfahrens vorauszugehen hat, sind seit 2000 richterrechtliche Regeln entwickelt wor-

[489] Entscheidung Nr. 1692/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 1996 (ABl. Nr. L 228/1 vom 9. September 1996) über gemeinschaftliche Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes, geändert durch Entscheidung Nr. 884/2004/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004, ABl. EG Nr. L 167 vom 30. April 2004, S. 1; vgl. Steinberg R/Berg Th/Wickel M (2000) Fachplanung, 3. Auflage, Nomos, Baden-Baden, § 7 Rn. 42 ff.

den, die sich stark am normativen Charakter und den komplexen Sicherheitszwecken der Streckenbeschreibungen orientieren.[490]

6.1.5 Die kommunale Planungsebene

Entscheidungen, die für Lärmbelastung und Lärmschutz gleichermaßen bedeutsam sind, fallen nicht zuletzt auf der Ebene der *kommunalen Selbstverwaltungskörperschaften* (Gemeinden und Gemeindeverbände). Diese stellen staatsorganisatorisch zwar Verwaltungsuntergliederungen der Bundesländer dar; jedoch kommt ihnen eine Sonderstellung zu, weil sie kraft verfassungsrechtlicher Verbürgung als Träger der öffentlichen Verwaltung in ihrem Gebiet alle Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft in eigener Verantwortung regeln dürfen (vgl. Art. 28 Abs. 2 GG und z.B. § 2 GO NRW).[491] Zu diesem Selbstverwaltungsrecht gehört nach heute unbestrittener Auffassung auch die *Planungshoheit* als Recht auf Planung und Regelung der Bodennutzung in ihrem Gebiet, das durch die Bauleitplanung (§ 1 Abs. 1 BauGB) ausgeübt wird.[492] Soweit Bebauungspläne erlassen werden, ist den Gemeinden ausdrücklich Satzungsgewalt zugesprochen (§ 10 Abs. 1 BauGB).

Die Bauleitplanung hat u.a. gewichtige lärmsteuernde Funktionen: Die Gemeinden bestimmen mit ihrer Hilfe die Positionierung und Gestaltung der konkurrierenden örtlichen Nutzungen (Flächen für Wohnen, Gewerbe, Industrie, Ortsstraßen usw.) zueinander und zu überörtlichen Verkehrsanlagen, die sie nicht selbst planen. Bauleitplanung sichert zugleich empfindliche Nutzungen durch freizuhaltende Schutzflächen und Flächen für besondere Anlagen und Vorkehrungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wie Lärm (§ 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB). Wenn die Bauleitplanung in den nachfolgenden Ausführungen vernachlässigt wird, dann deshalb, weil sie für die Realisierung der Verkehrswege und die Erzeugung von Verkehrslärm von geringerer Bedeutung ist. Verkehrswege werden üblicherweise in Fachplanungsverfahren von Landesbehörden (oft in Auftragsverwaltung des Bun-

---

[490] Vgl. BVerwG, Urteil vom 24. Juni 2004 – 4 C 11.03 –, BVerwGE 121, 152 = DVBl 2004, 1554 = NVwZ 2004, 1229; Urteil vom 26. November 2003 – 9 C 6.02 –, BVerwGE 119, 245 = NVwZ 2004, 473 und Urteil vom 28. Juni 2000 – 11 C 13.99 u.a. –, NJW 2000, 3584= BVerwGE 111, 276; ferner Wysk P, Rechtsschutz bei der Festlegung von Flugrouten – die Rechtslage in Deutschland unter Berücksichtigung des Betriebs grenznaher ausländischer Flughäfen, AJP (CH) 2003, 270.

[491] Vgl. dazu BVerfG, Kammerbeschluss vom 18. Oktober 1994 – 2 BvR 611/91 –, DVBl. 1995, 286, 287; eingehend Knemeyer F-L/Wehr M (2001) Die Garantie der kommunalen Selbstverwaltung nach Art. 28 Abs. 2 GG in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts, VerwArch 92 (2001), 317, 322 (Nachw. dort in Fußn. 38); Vogelgesang K/Lübking U/Ulbrich I-M (2005), Kommunale Selbstverwaltung, 3. Aufl. Erich Schmidt Verlag, Berlin, Rn. 4.

[492] BVerwG, Urteil vom 11. April 1986 – 4 C 51.83 –, BVerwGE 74, 124 (132); Beschluss vom 18. September 1998 – 4 VR 11.98 –, NuR 1999, 631 (Zusammenfassung der Rechtsprechung); *Kühling*, Fachplanungsrecht, Rn. 461.

des) zugelassen. Eine Gemeinde muss den Stand der Fachplanung so hinnehmen, wie er sich entwickelt hat. Neue Bundes- und Länder-Verkehrswege sind als „Vorhaben von überörtlicher Bedeutung" ebenfalls hinzunehmen, soweit sie rechtmäßig zugelassen werden (§ 38 BauGB). Der Grund liegt darin, dass Art. 28 Abs. 2 Satz 1 GG eine institutionelle Garantie der kommunalen Selbstverwaltung enthält, die als staatsorganisatorisches Aufgabenverteilungsprinzip wirkt.[493] Zu dieser Aufgabenverteilung gehört die genannte Abgrenzung zwischen kommunaler Planungshoheit und konkurrierender Fachplanung. Freilich sind die wesentlichen Strukturen planerischer Abwägung richterrechtlich gerade anhand des klassischen Bereichs der Bauleitplanung entfaltet worden. Daher sind die Grundsätze der fachplanerischen Abwägung (unten F.6.5) zumindest in den wesentlichen Punkten auf die Bauleitplanung uneingeschränkt übertragbar.

6.2 Struktur der Abwägung

6.2.1 Begriff der Abwägung

Der Begriff der „Abwägung" kennzeichnet den juristischen Spezialfall eines allgemeinen Phänomens: der rationalen Entscheidungsfindung in Wahlsituationen. Wissenschaftstheoretisch gesehen handelt es sich um eine normative Variante des Entscheidungskalküls. Es werden Regeln für eine aus der Zielvorstellung des Entscheidenden heraus begründete Wahl zwischen Handlungsoptionen aufgestellt, die definierten Anforderungen genügt. Diese sind durch empirische und bewertende Elemente gekennzeichnet. Empirisch sind dem Entscheidenden vorbereitend eine Analyse der Entscheidungssituation und ein Beratungsprozess abverlangt. Er hat eine Liste von Handlungsalternativen aufzustellen und diese durch eine Beschreibung der sie jeweils charakterisierenden Konsequenzen zu vervollständigen. Die Konsequenzen sind sodann unter dem Gesichtspunkt des erreichbaren (wie immer zu definierenden) Nutzens zu gewichten (z.B. durch Nutzwertanalysen) und auf einer Präferenzskala einzustufen. Für eine begründete Wahl müssen schließlich noch Wahrscheinlichkeiten des Eintritts der Handlungsfolgen ermittelt werden. In mathematischer Einkleidung, wie sie für bestimmte sozialwissenschaftliche Disziplinen worden sind, können Handlungsalternativen und deren Konsequenzen in einer Tabelle, der Konsequenzenmatrix, eingetragen werden. Entsprechend kann verfahren werden für die Nutzen der Handlungsalternativen und die Wahrscheinlichkeiten ihres Eintreffens (Nützlichkeits- und Wahrscheinlichkeitsmatrix) (Stegmüller 1973, Band IV, S. 287 ff.; Mittelstraß 1995, Band 1, S. 554 und Band 4, S. 38). Eine solche mathematisierende Formalisierung gibt es für rechtliche Frage-

[493] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 7. Februar 1991 – 2 BvL 24/84 –, BVerfGE 83, 363, 381; Beschluss vom 23. November 1988 – 2 BvR 1619/83 u.a. –, BVerfGE 79, 127, 150 ff.

stellungen nicht. In der Rechtswissenschaft stößt sie auf meist vehemente Ablehnung, weil sie als unmöglich oder jedenfalls einengende Scheingenauigkeit empfunden wird. Dem ist entgegenzuhalten, dass eine gewisse Kalkülisierung von Planungsprozessen viel zu einer Offenlegung bislang oft versteckt eingestellter Gesichtspunkte und unausgesprochener Gewichtungen beitragen könnte.

6.2.2 Abwägung als Verfahrensreglement

In rechtlichen Zusammenhängen sind Abwägungen Prozesse des Ausgleichs zwischen widerstreitenden Positionen. Eine Abwägung wird überall dort vorgenommen, wo die Subsumtion als Methode der „klassischen" Rechtsanwendung versagt, also die Herleitung einer bestimmten Rechtsfolge durch Unterordnung eines Lebenssachverhalts unter die Tatbestandsmerkmale eines konditionalen Normprogramms nicht weiterführt. Das ist der Fall, wo materiell-rechtliche Positionen (Rechte, Rechtsgüter, Interessen oder Belange) entscheidungserheblich konkurrieren oder gar direkt kollidieren, also eine der Positionen vollständig zugunsten einer anderen zurücktreten muss. In solchen Fällen, in denen der Rechtsordnung keine ausdrückliche Markierung einer Rechtsposition als formell oder materiell vorrangig entnommen werden kann, gewinnt das Ergebnis Rationalität nur durch Verfahren, nämlich durch die Art und Weise seiner Herausarbeitung.

Einen feststehenden Kanon von Vorgehensregeln für Abwägungen im Rechtssinne gibt es nur hinsichtlich der Grundstruktur (unten F.6.1.5). Das Verfahren, das sich im Abwägungsvorgang vollzieht, muss in seiner Ausgestaltung geeignet und angemessen sein, um die materiellen Rechtspositionen wirkungsvoll durchzusetzen. Die Anforderungen im Einzelnen variieren indes mit der Aufgabenstellung, die von Mikro-Abwägungen bei der Rechtsanwendung, etwa zur Reichweitenabgrenzung zwischen zwei Rechtspositionen, bis hin zu Makro-Prozessen bei der Planung und Realisierung infrastruktureller Großvorhaben reichen kann. Tatsächlich handelt es sich um eher grobe, praktischen Erfordernissen genügende Reglements für eine Art und Weise des Vorgehens, die die Gewinnung des Ergebnisses möglichst vorhersehbar und kontrollierbar macht. Materiale Bewertungen der Vorzugswürdigkeit der betroffenen Interessen sind mit den Reglements nicht verbunden; sie müssen anderweitig abgeleitet werden, nämlich aus dem materiellen Recht, in Gestalt von objektiven Wertentscheidungen zugunsten einzelner Rechtsgüter wie sie die Grundrechte beinhalten oder einfachgesetzlicher Planungsleitsätze und allgemeiner Abwägungsdirektiven. Tendenziell ist jede Abwägung dabei auf Optimierung gerichtet, die jeden Belang so weit wie möglich zur Geltung kommen lassen soll. Es darf aber nicht verkannt werden, dass die Befugnis zur Abwägung mit der Berechtigung zur Bevorzugung eines Belanges notwendigerweise diejenige zur mehr oder weniger vollständigen Zurückstellung anderer Belange einschließt. Die Ent-

scheidung darüber hat dem verfassungsrechtlich verankerten Verhältnismäßigkeitsgebot (dazu 6.3.1) zu genügen.[494]

6.2.3 Arten der Abwägung

Nach den Freiheitsgraden des Vorgehens und der Gewichtung sowie der gerichtlichen Überprüfbarkeit lassen sich Varianten gebundener und freier Abwägungen unterscheiden. Das konkrete Ausmaß der Abwägungsfreiheit bestimmt sich nach dem Grad der Überwindbarkeit der in eine Abwägung jeweils einzustellenden Vorgaben. Die größte Freiheit haben danach Normgeber, abgestuft danach, ob es sich um „nur" an die Verfassung gebundene parlamentarische oder um untergesetzliche Normgeber handelt. Doch auch der Verwaltung sind im Verfassungsrecht wie im einfachen Gesetzesrecht Gestaltungsaufträge zugewiesen, die sie demokratisch legitimiert und eigenständig auszufüllen hat. Das gilt gerade auch für den planerischen Bereich. Freilich hat sie dabei das gesamte (einschlägige) einfache Gesetzesrecht zu beachten (vgl. für die Gemeinden Art. 28 Abs. 2 Satz 1 GG: „im Rahmen der Gesetze"). Hingegen hat die Rechtsprechung wegen ihrer strikten Bindung an Recht und Gesetz (Art. 20 Abs. 3 GG) keine eigenständigen, sondern lediglich nachvollziehende Abwägungen im Rahmen der Rechtsanwendung anzustellen. Begründet ist in der verfassungsrechtlichen Funktionengliederung (Gewaltenteilung): Planerische Aufgaben sind der Exekutive und der Legislative vorbehalten (oben F.6.1.2). Daher darf die Rechtsprechung bei der Abwägungskontrolle von Planungen insbesondere nicht ihre planerischen Vorstellungen an die Stelle derjenigen der planenden Stelle setzen.

6.2.3.1 Mikro-Abwägungen in der Rechtsanwendung

Gebundene Abwägungen finden sich vor allem dort, wo Freiheits- oder Anspruchspositionen durch gegenläufige Positionen eingeschränkt werden. Die Entscheidung in solchen Konkurrenzen ist eine Form der konkretisierenden Rechtsanwendung im Einzelfall. Sie fordert Gewichtungen, die sich als Auflösung scheinbarer Widersprüche zwischen gesetzlichen Begriffen oder Normprogrammen darstellen: Ihr Ziel ist es, Abgrenzungen sichtbar zu machen, die als in der Rechtsordnung bereits vorgeprägt betrachtet werden, für den konkreten Fall dort aber nur unvollkommen ausgedrückt sind. Man kann von „Mikro"-Prozeduren sprechen, für die sich die Bezeichnung der „nachvollziehenden" Abwägung eingebürgert hat. Sie unterliegen der uneingeschränkten gerichtlichen Kontrolle. Beispiele sind der Grundsatz praktischer Konkordanz zwischen konkurrierenden Grundrechten, der fordert, dass nicht eine der widerstreitenden Rechtspositionen bevorzugt und maximal behauptet wird, sondern alle einen möglichst schonenden Ausgleich

[494] Vgl. dazu BVerwG, Urteil vom 27. September 1990 – 4 C 44.87 –, BVerwGE 85, 348.

erfahren,[495] und so genannte Güterabwägungen, die der Bestimmung wechselseitig zumutbare Belastungen dienen, vornehmlich innerhalb von Planungsprozessen (dazu unten F.6.5.6). Nachvollziehend sind ferner die Abwägung im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (§§ 18 f. BNatSchG) sowie die durch eine zweiseitige Interessenbewertung gekennzeichnete Entscheidungsstruktur der Zulassungsvorschrift des § 35 Abs. 1 BauGB.

6.2.3.2 Makro-Prozeduren in planerischen Abwägungen

Die größte Komplexität erreichen Interessenkollisionen in planerischen Prozessen, wie sie für den Verkehrswegebau typisch sind. Deren Realisierung lässt regelmäßig eine Vielzahl sich überkreuzender öffentlicher Belangen und rechtlich relevanten Positionen Einzelner aufeinander prallen, von denen in der Regel nicht alle Positionen gleichermaßen zur Geltung kommen können. Der Interessenausgleich erfordert „multipolare" Abwägungen, die als Makro-Prozeduren bezeichnet werden können. Bau und Ausbau von Verkehrswegen erhalten erst durch sie und den umfassenden Ausgleich der Belange eine rechtfertigende Grundlage. Im Kern dienen solche Abwägungen zur Umsetzung politischer Willensbildung in Rechtsform.[496]

Die Unterschiede zu nachvollziehenden Abwägungen bei der Rechtsanwendung sind durch die Aufgabenstellung bedingt gravierend: Zum einen sind planerische Abwägungen Zielfindungs- oder -billigungsprozesse, sie werden von Beginn an *final* gesteuert, d.h. durch ein vorgegebenes Planungsziel (das „Vorhaben" oder den Plan), über dessen Verwirklichung staatlicherseits zu befinden ist. Zum anderen handelt es sich um eine „echte" Abwägung, weil der entscheidenden Stelle ein originär wahrzunehmender Freiraum zugewiesen ist – die gesetzlich eingeräumte planerische Gestaltungsfreiheit.[497] Planung ohne Gestaltungsfreiheit ist ein Widerspruch in sich.

In der Praxis sind echte Planungen meist Sache der Verwaltung; jedoch können auch Gesetz- oder Verordnungsgebern echte planerische Gestaltungsermächtigungen eingeräumt sein (oben F.6.1.2 und F.6.1.3). Die Planungsentscheidung ergeht dann durch Gesetz oder – wie bei der Flugstreckenfestlegung – durch Rechtsverordnung (vgl. § 27a LuftVO). In diesen Fällen finden echte Abwägungen statt, weil die Gestaltung aus freier politischer Entscheidung und ohne Bindung an die Vorgaben eines Dritten erfolgen darf (Beispiel: Bundesfernstraßen).

---

[495] Vgl. BVerfG, 16. Mai 1995 – 1 BvR 1087/91 –, BVerfGE 93, 1, 21 (Kruzifix); Nichtannahmebeschluss vom 2. Oktober 2003 – 1 BvR 536/03 –, NJW 2004, 47.

[496] Vgl. auch BVerwG, Urteil vom 8. Juni 1995 – 4 C 4.94 –, BVerwGE 98, 339, 346.

[497] Freilich besteht Streit darüber, ob diese Freiheit dem Vorhabenträger oder der über die Zulassung entscheidenden Stelle zusteht, vgl. Vallendar W, Das Abwägungsgebot – ein alter Hut mit neuen Federn, UPR 1999, 121.

Verwirrenderweise werden in Fällen, in denen Behörden über die Zulassung eines außerhalb des staatlichen Bereichs erarbeiteten Vorhabens entscheiden, auch „echte" Abwägungen als „nachvollziehende" bezeichnet, weil die Behörde nicht selbst originär plant, sondern die Vorstellungen eines Dritten (meist eines privaten Unternehmers) abwägend nachvollzieht. Gleichwohl trifft die Behörde auch dann eine Zweckentscheidung in planerischer Gestaltungsfreiheit, mit der sie die rechtliche Verantwortung für die Planung mit übernimmt.[498]

Dem planerischen Freiraum entsprechend bildet sich die endgültige Gestalt des Zieles (des zur Zulassung gestellten Vorhabens, das Abwägungsergebnis) am Ende eines durch das Abwägungsgebot rechtlich strukturierten Willensbildungsprozesses (des Abwägungsvorgangs) heraus und steht nicht als Normprogramm an dessen Anfang.[499] Die Abwägung dient in solchen juristischen Makro-Prozessen der Gewinnung, Auswahl und Verarbeitung von Informationen, darauf aufbauend der letztverbindlichen Zielkonkretisierung und schließlich der Auswahl der zur Zielverwirklichung einzusetzenden flankierenden Maßnahmen.[500] Der normativ offene Charakter des Abwägungsvorgangs ermöglicht dabei Ausgleichs- und Optimierungsprozesse, in denen allen Interessen zu größtmöglicher – wenn auch in aller Regel nicht vollständiger – Wirksamkeit verholfen werden soll. Das Vorhaben darf im Abwägungsprozess präzisiert oder modifiziert werden und wird als dessen Ergebnis letztverbindlich gebilligt oder verworfen.

6.2.4 Geltung des Abwägungsgebotes

Die Pflicht zur Abwägung, die in der Sache der Art der gestellten Ausgleichsaufgabe entspringt (oben F.6.1.2), ist aus unterschiedlichen Rechtsquellen herzuleiten. Sind innerhalb von Normanwendungsprozessen kollidierende Aussagen von Rechtssätzen zu harmonisieren, so nötigt die Idee von Einheit und Widerspruchsfreiheit der Rechtsordnung zur Abwägung, für Gerichte der Justizgewährungsanspruch (Art. 19 Abs. 4 GG); denn die an das Gericht herangetragenen Rechtsfragen könnten ohne Auflösung normativer Kollisionen nicht beantwortet werden. Lärmkonflikte sind teils – etwa zwischen Privaten – ebenfalls durch bloße Abgrenzung eingeräumter Berechtigungen im Sinne einer Normabwägung zu entscheiden, soweit die Reichweite der widerstreitenden Nutzungsberechtigungen, die hinter den Konflikten stehen (vgl. F.1.1), im Gesetzesrecht bereits vorgeprägt sind (vgl. etwa § 906 Abs. 2 BGB mit dem Verweis auf anderweitig bestehende Grenzwerte). Was Lärmkonflikte in *Planungssituationen* anlangt, so können diese spezialgesetzlich einer

---

[498] Vgl. dazu Kühling J (1988), Fachplanungsrecht, Düsseldorf, Rn. 13 m.w.N.

[499] Vgl. nur di Fabio, in: Erbguth W/Oebbecke J/Rengeling, H-W (2000), Planung. Festschrift für Hoppe, S. 75 85.

[500] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 17. Juli 1996 (Fußn. 2); Beschluss vom 6. Juni 1989 – 1 BvR 921/85 –, BVerfGE 80, 137, 162; vgl. auch Hoppe, in: Isensee/Kirchhof, Handbuch des Staatsrechts, Bd. III, § 71, Rn. 19, 43.

Pflicht zur Abwägung unterworfen sein, wie dies für die Aufstellung der Bauleitpläne vorgesehen (§ 1 Abs. 6 BauGB) und für die Zulassung von Verkehrswegen in Fachplanungsgesetzen durchweg der Fall ist (z.B. § 8 Abs. 1 LuftVG; § 17 Abs. 1 FStrG; § 28 Abs. 1 PBefG; § 18 Abs. 1 AEG; § 14 WaStrG). Die Geltung des Abwägungsgebotes hängt indessen nicht von einer einfachgesetzlichen Normierung ab (vgl. schon oben F.6.1).[501] Auch ohne ausdrückliche Anordnung folgt die Abwägungspflicht aus dem Wesen jeder rechtsstaatlichen Planung selbst und wird deshalb als Element des verfassungsrechtlichen Rechtsstaatsprinzips (Art. 20 Abs. 2 und 3, Art. 28 Abs. 1 GG) verstanden. Es handelt sich um das allgemeine, *rechtsstaatliche* Abwägungsgebot, das freilich keine Ableitung konkreter formeller oder materieller Direktiven erlaubt und daher im Unterschied zu den positivierten fach(planungs-)gesetzlichen Abwägungsgeboten, welche umfassende Konfliktbewältigung anordnen, lediglich Mindestanforderungen stellt. Es lässt der planenden Stelle aber die Freiheit, ein im Einzelfall für notwendig erachtetes Mehr an planerischem Aufwand zu treiben und die dafür erforderliche Verschiebung personeller und sachlicher Ressourcen zulasten anderer Aufgaben in Kauf zu nehmen. Befugnis und Pflicht zur Abwägung sind jeweils untrennbar aufeinander bezogen: Abwägung begrenzt die eingeräumte Gestaltungsfreiheit, die einerseits unerlässlich ist, um entgegengesetzte private und/oder öffentliche Belange auszugleichen, andererseits im Rechtsstaat nicht schrankenlos ist, sondern rechtlich gebunden und gerichtlich kontrollierbar sein muss.[502]

6.2.5 Allgemeine rechtliche Anforderungen an Abwägungen

Die Rechtsregeln abwägender Zielfindungs- oder -billigungsprozesse sind weitgehend richterrechtlich entwickelt worden, und zwar für die Zwecke bau- und fachplanerischr Abwägungen. Sie werden aber gleichwohl als normativ verbindlich und in ihrer Struktur allgemeingültig anerkannt. Nach der gefestigten Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts verlangt das rechtsstaatliche Gebot gerechter Abwägung danach, dass – erstens – eine Abwägung überhaupt stattfindet, dass – zweitens – in die Abwägung an Belangen eingestellt wird, was nach Lage der Dinge in sie eingestellt werden muss, und dass – drittens – weder die Bedeutung der betroffenen öffentlichen und privaten Belange verkannt noch der Ausgleich zwischen ihnen in einer Weise vorgenommen wird, die zur objektiven Gewichtigkeit einzelner Belange außer Verhältnis steht (Grundsatz der Proportionalität).[503]

---

[501] BVerwG, Urteil vom 28. Juni 2000 – 11 C 13.99 –, BVerwGE 111, 276; Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 –, BVerwGE 56, 110, 122 m.w.N.

[502] BVerwG, Urteil vom 10. Februar 1978 – 4 C 25.75 –, BVerwGE 55, 220, 226 m.w.N.; Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 u.a. –, BVerwGE 56, 110, 116.

[503] Vgl. BVerwG, Urteil vom 12. Dezember 1969 – 4 C 105.66 –, BVerwGE 34, 301, 309; Urteil vom 14. Februar 1975 – 4 C 21.74 –, BVerwGE 48, 56, 63 f.; Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 u.a. –, BVerwGE 56, 110, 122 f.; Urteil vom 5. Dezember 1986 – 4 C 13.85 –, BVerwGE 75, 214, 253 f.

Diese Anforderungen gehen zunächst stets dahin, rechtsmindernde Eingriffe nach Möglichkeit zu vermeiden. Das Vermeidungsgebot, das für Eingriffe in Natur und Landschaft seit langem positiviert ist (heute §§ 18, 19 BNatSchG),[504] ergibt sich wie selbstverständlich aus dem allgemein geltenden Grundsatz der Verhältnismäßigkeit. Dazu zählt auch, alternative Planungen auf ihre jeweilige Eingriffsintensität bei gleicher Zielsetzung zu prüfen.[505] Ist eine Eingriffsvermeidung – wie bei Verkehrsanlagen regelmäßig – nicht oder nur unvollständig möglich, so ist die Behörde rechtlich frei, sich im Rahmen der ihr aufgetragenen Abwägung *für* den Eingriff, d.h. für die Vorzugswürdigkeit der dadurch verwirklichten Belange, zu entscheiden und entgegenstehende Belange zurückzusetzen. Die Eingriffsermächtigung ist eine weitere logische Konsequenz des planerischen Ermessens, gründet also in den Vorschriften, die dieses Ermessen jeweils einräumen. Auch diese Freiheit ist rechtlich gebunden: Das Vermeidungsgebot wandelt sich in Fällen notwendiger Eingriffe in ein Schutzgebot, das ab einer gewissen Eingriffsintensität zwingend flankierende Maßnahmen zur Aufrechterhaltung angemessener Grundstücksnutzung und zur Wahrung sonstiger Belange fordert.

6.2.6 Bilanzierung disparater Positionen

Kern der Abwägung ist eine bilanzierende Gegenüberstellung der Folgen geplanter Veränderungen als Grundlage für rechtlich gebotene gestalterische Reaktionen des Planungsträgers. Die Hauptschwierigkeit liegt im Vergleich disparater Positionen wie Freiheitsrechten Einzelner und öffentlichen Belangen oder rechtlichen und tatsächlichen Folgen. Der Vergleich erfordert einen einzelnen gemeinsamen Aspekt; ob und inwieweit Ähnlichkeit zwischen den Positionen im Übrigen besteht, ist unerheblich. Die Vergleichbarkeit kann auf mathematischer Grundlage gelöst werden, sofern eine hinreichende Metrisierung der zu vergleichenden Posten zur Verfügung steht.[506] Diese Aufgabe wird in wirtschaftswissenschaftlicher Betrachtung durch Berechnung der Kosten und den Vergleich von Grenzkosten und Grenznutzen gelöst (dazu E.2.1). Der rechtlichen Beurteilung sind solche Metrisierungen auf der Grundlage quantitativer Begriffe nicht zugänglich; sie ist vielmehr prinzipienorientiert und bedient sich qualitativer (klassifikatorischer) und komparativer Begriffe. Der gemeinsame Aspekt ergibt sich regelmäßig aus einer eingehenden Betrachtung der *Planungsfolgen*, also der Beeinträchtigungen wie Nutzen für die betroffenen Rechtsgüter. Der genaue Stellenwert der gewichteten Positionen bleibt indes meist diffus oder gar unausgesprochen.

---

[504] Näher Durner, in: Ziekow J (2004) Praxis des Fachplanungsrechts, Wolters Kluwer, München/Unterschließheim, Rn. 737 ff.

[505] Vgl. BVerwG, Urteil vom 11. Dezember 1978 – 4 C 13.78 – Buchholz 442.40 § 6 LuftVG Nr. 8; Urteil vom 5. Dezember 1986 – 4 C 13.85 –, BVerwGE 75, 214, 237; Urteil vom 22. März 1974 – 4 C 42.73 –, Buchholz 442.40 § 6 LuftVG Nr. 6; Urteil vom 22. März 1985 – 4 C 15.83 –, BVerwGE 71, 166, 171.

[506] Vgl. Stegmüller (Fußn. 10), S. 372 ff.

6.2.7 Abwägung als Grundlage staatlicher Reaktionen

Die abwägend gefundene Gewichtung der widerstreitenden Belange ist Grundlage der staatlichen Reaktion, die im Abwägungsergebnis zum Ausdruck kommt. Die Reaktion soll den erforderlichen Ausgleich der Belange herstellen und variiert zwischen uneingeschränkter Zulassung eines Projekts unter rein verbaler Hintansetzung entgegenstehender Belange auf der einen Seite und der Vorhabenmissbilligung auf der anderen. Der planerische „Normalfall" ist jedoch die Zulassung eines Vorhabens mit solchen Modifizierungen und flankierenden Schutzmaßnahmen (dazu oben F.1.2.2 und F.3.3.4), dass unzumutbare Betroffenheiten ausgeschlossen sind. Rechtlich ermöglicht wird dies durch fachgesetzliche Auflagenvorschriften (vgl. unten F.6.4.7)

6.3 Abwägungen auf normativer Ebene

6.3.1 Pflicht zur Gestaltung – Pflicht zur Abwägung

Der Gesetzgeber ist unter vielfältigen Aspekten zur Gestaltung des staatlichen Gemeinwesens verpflichtet, die sich auf der Grundlage von Abwägungen zu vollziehen hat. Denn die Gestaltung des Gemeinwesens kann im Ansatz niemals „eindimensional" auf die Durchsetzung eines einzelnen Zieles gerichtet sein. Sie kommt nicht umhin, gegenläufige Belange mit zu berühren. Diese Polarität ist bereits im Grundgesetz angelegt, weil dort neben die staatliche Wahrung von Belangen des Gemeinwesens die Grundrechte gesetzt sind, die das Grundgesetz sogar einleiten. Bezogen auf das Verkehrsgeschehen bedeutet die Gewährleistung einer den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedürfnissen genügenden Infrastruktur nicht nur eine bestimmte Verteilung von Haushaltsmitteln, die zwangsläufig zu Lasten anderer Gemeinschaftsaufgaben geht; sie bedeutet auch eine Beeinträchtigung von grundrechtlich geschützten Rechten und Rechtsgütern. Das Bundesverfassungsgericht, in dessen Rechtsprechung sich die Leitlinien für normative Abwägungen im Wesentlichen entwickelt haben, verlangt, dass bereits der Gesetzgeber bei seinen Regelungen allen erkennbaren Belangen Rechnung trägt. Er hat einen Ausgleich zwischen den schutzwürdigen Interessen Einzelner und der Allgemeinheit, aber auch zwischen widerstreitenden Belangen begünstigter und belasteter Privater vorzustrukturieren und dabei Inhalt und Schranken der als Eigentum geschützten Rechtspositionen im Sinne von Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG zu bestimmen.

Diese Pflicht resultiert aus der Bindung des Gesetzgebers an die verfassungsmäßige Ordnung (Art. 20 Abs. 3 GG), zu der die Grundrechte ebenso gehören wie der Grundsatz der *Verhältnismäßigkeit* als Ausdruck des Rechtsstaatsprinzips. Beschränkungen, die dem Eigentum etwa zur Sicherstellung der Verkehrsinfrastruktur auferlegt werden, müssen, um vor der Verfassung Bestand zu haben, vom geregelten Sachbereich her geboten und auch in

ihrer Ausgestaltung sachgerecht sein. Einschränkungen dürfen nicht weiter gehen, als der Schutzzweck reicht, dem die Regelung dient. Das Wohl der Allgemeinheit ist nicht nur Grund, sondern auch Grenze für die dem Eigentum betroffener Einzelner aufzuerlegenden Beschränkungen.[507] In jedem Falle erfordert die verfassungsrechtliche Gewährleistung die Erhaltung der Substanz des Eigentums und die Beachtung des Gleichheitsgebots des Art. 3 Abs. 1 GG.[508] Konkret ausgefüllt wird dieser normative Rahmen in aller Regel auf fachplanerischer Ebene, d.h. anlässlich der behördlichen Entscheidung über Verkehrsprojekte im Einzelfall (dazu unten 6.4).

6.3.2 Schutz durch Vorhandensein eines gesetzlichen Schutzregimes

Seiner grundrechtlichen Schutz- und Gestaltungspflicht kommt der Gesetzgeber im Wesentlichen durch Ausprägung einer Rechtsordnung nach. Trifft er in Erfüllung seiner Schutzpflicht Regelungen und setzt er damit Schutzmaßstäbe, so konkretisieren diese den Grundrechtsschutz. Der Gesetzgeber ist nicht gehalten, schon auf normativer Ebene alle erdenklichen Schutzmaßnahmen zu treffen. Es genügt, wenn objektiv eine gesetzliche Regelung vorhanden ist, die nach den allgemeinen Grundsätzen der Gesetzesauslegung den in Frage stehenden Sachverhalt erfasst, ohne dass es auf die ursprünglichen subjektiven Vorstellungen des Gesetzgebers ankommt.[509] Eine vorhandene Schutzregelung kann, auch wenn sie nicht unmittelbar für den in Frage stehenden Bereich getroffen wurde, für diesen Bedeutung erlangen, wenn in ihr ein allgemeiner Schutzmaßstab zum Ausdruck kommt. Eine Verletzung der verfassungsrechtlich geforderten Schutzpflicht kann erst dann festgestellt werden, wenn die öffentliche Gewalt Schutzvorkehrungen entweder überhaupt nicht getroffen hat oder die getroffenen Maßnahmen gänzlich ungeeignet oder völlig unzulänglich sind, das gebotene Schutzziel zu erreichen oder wenn sie erheblich dahinter zurückbleiben.[510]

In Bezug auf Lärmimmissionen stehen Vorschriften des öffentlichen wie des zivilen Nachbarrechts nebeneinander. Öffentlich-rechtlich hat der

---

[507] BVerfG, Beschluss vom 30. November 1988 – 1 BvR 1301/84 –, BVerfGE 79, 174 = NJW 1989, 1271 (zu Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG).

[508] BVerfG, Beschluss vom 12. Juni 1979 – 1 BvL 19/76 –, BVerfGE 52, 1, 29 f.; Beschluss vom 12. März 1986 – 1 BvL 81/79 –, BVerfGE 72, 66, 77 f. jeweils m.w.N.

[509] BVerfG, Beschluss vom 26. Januar 1988 – 1 BvR 1561/82 –, BVerfGE 77, 381.

[510] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 14. Januar 1981 – 1 BvR 612/72 –, BVerfGE 56, 54, 81 zur Pflicht des Gesetzgebers, Regelungen zur Bekämpfung des Fluglärms nachzubessern, betreffend den Flughafen Düsseldorf-Lohausen; ferner Beschluss vom 29. Oktober 1987 – 2 BvR 624/83 u.a. –, BVerfGE 77, 170, 214; Beschluss vom 30. November 1988 – 1 BvR 1301/84 –, BVerfGE 79, 174, 202 = NJW 1989, 1271; Urteil vom 10. Januar 1995 – 1 BvF 1/90, 342/90 und 348/90 –, BVerfGE 92, 26 = NJW 1995, 2339; Kammerbeschluss vom 17. Februar 1997 – 1 BvR 1658/96 –, NJW 1997, 2509.

Gesetzgeber den Schutz gegen Einwirkungen benachbarter Anlagen im Rahmen der fachgesetzlichen Planungs- und Genehmigungsvorbehalte gewährleistet. Daneben gelten im privaten Verhältnis zwischen Vorhabenträger und seinen Nachbarn insbesondere §§ 906, 1004 BGB sowie § 14 BImSchG (vgl. auch § 11 LuftVG). Das Verhältnis zwischen öffentlichem und privatem Nachbarrecht ist alles andere als spannungsfrei, verfassungsrechtlich jedoch unbedenklich. Es ist im Ausgangspunkt ohne Bedeutung, ob der Schutz durch öffentlich-rechtliche oder durch bürgerlich-rechtliche Vorschriften bewirkt wird. Die bürgerlich-rechtliche Eigentumsordnung stellt keine abschließende Regelung von Inhalt und Schranken des Eigentums dar. Vielmehr wirken bei der Bestimmung der verfassungsrechtlichen Rechtsstellung des Eigentümers bürgerliches Recht und öffentlich-rechtliche Normen gleichrangig zusammen. Vieles ist historisch gewachsen, das wenigste am Reißbrett systematisch durchkonstruiert. Dass sich Handlungsformen, Ansprüche und Maßstäbe teilweise überschneiden, in Konkurrenz zueinander treten und außerdem verschiedenen Handlungsträgern zugeordnet sind, ist angesichts einer langjährigen Entwicklung des Rechts der Verkehrsanlagen nicht überraschend. Dem von Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG und Art. 14 GG verlangten Schutz ist mit diesen Vorschriften gleichwohl grundsätzlich ausreichend Rechnung getragen.[511]

6.3.3 Spielräume

6.3.3.1 Einschätzungs-, Wertungs- und Gestaltungsspielräume

Die Erfüllung staatlicher Gestaltungsaufträge und Schutzpflichten erfordert erhebliche Einschätzungs-, Wertungs- und Gestaltungsspielräume. Das Bundesverfassungsgericht und ihm folgend das Bundesverwaltungsgericht gestehen diese sowohl den formellen Gesetzgebern wie den Verordnungsgebern zu, die häufig zur Regelung von Einzelfragen auch von Gewicht ermächtigt wird (Art. 80 GG), was die Verordnungsermächtigungen in § 47f BImSchG zur Umsetzung der Umgebungslärm-Richtlinie eindrücklich belegen. Diese Freiheit ist indes auch hier Verpflichtung, nämlich kollidierenden Rechtsgütern möglichst zu optimaler Wirksamkeit zu verhelfen.[512] Jedoch weiten sich die Spielräume – entsprechend die Grenzen möglicher Kritik – tendenziell umso mehr, je komplexer die zu bewältigende Aufgabe, insbesondere je vielfältiger oder „offener" die einzustellenden Rechtspositionen und Interessen sind. Die verfassungsrechtlichen Spielräume erstrecken sich grundsätzlich auf das gesamte Spektrum ermittelnder und bewertender

[511] BVerfG, Kammerbeschluss vom 11. November 2002 – 1 BvR 218/99 –, NVwZ 2003, 197 (Juris Rn. 18); Kammerbeschluss vom 17. Februar 1997 – 1 BvR 1658/96 –, NJW 1997, 2509 unter Hinweis auf BVerwG, Beschluss vom 9. Februar 1996 – 11 VR 46.95 –, NuR 1996, 513, 515.

[512] BVerfG, Kammerbeschluss vom 28. Februar 2002 – 1 BvR 1676/01 –, NJW 2002, 1638.

Erkenntnismöglichkeiten sowie auf die gebotenen Reaktionen. Damit bleibt den Normgebern Raum, etwa konkurrierende öffentliche und private Interessen zu berücksichtigen und einem bestimmten Ausgleich unter mehreren möglichen den Vorzug zu geben. Der gesetzgeberische Gestaltungsspielraum schließt ein, dass der Gesetzgeber Leitentscheidungen zur Verkehrspolitik treffen darf, die sich auf Prognosedaten stützen und damit von vornherein ein Element der Ungewißheit in sich tragen.

6.3.3.2 Ermittlungs- und Einschätzungsebene

Hinsichtlich der Ermittlung von Tatsachen und der Einschätzung von Entwicklungen bei der Realisierung von Infrastruktur wirkt sich der Spielraum als Befugnis zu verbindlichen Vorgaben für die taugliche *Beschreibung* von Lärmgeschehen aus. So ist es Sache des Normgebers, Mess- und Berechnungsverfahren, Lärmdeskriptoren und Kenngrößen vorzugeben. Davon Gebrauch gemacht hat der Gesetzgeber für die Erfassung des Fluglärms im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (Berechnungsvorgaben der Anlage 1), der Verordnungsgeber etwa in der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV), die für die Erfassung von Straßenverkehrslärm die RLS 90, für Schienenlärm die Schall 03 vorschreibt. Die Normgeber haben sich dort für eine Pauschalierungen einschließende Betrachtungsweise entschieden. Dieser Vorgabe kommt wegen der umfassenden Berücksichtigung der beteiligten Belange und deren Abwägung ein Gewicht zu, das weit über dasjenige von Ansätzen hinausgeht, die fachlich aus anderen Aspekten der Lärmwirkungsforschung abgeleitet werden können, mögen diese auch wissenschaftlich gut untermauert sein. Denn gerade bei Anlagen der Daseinsvorsorge, die zu Lasten bestimmter Bevölkerungskreise Bedürfnisse der Allgemeinheit befriedigen sollen, obliegt es vorrangig dem Gesetzgeber, die Maßstäbe für einen Ausgleich widerstreitender Interessen vorzugeben.[513] Auch bei komplexen Gefährdungslagen, über die noch keine verlässlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen, kommt dem Normgeber ein angemessener Erfahrungs- und Anpassungsspielraum zu. Eingeschränkt wird der nationale Spielraum durch die Umgebungslärm-Richtlinie (vgl. unten G), die jedenfalls für die Lärmkartierung und die Erstellung von Aktionsplänen bestimmte Lärmindizes vorschreibt und zur Vereinheitlichung bzw. Anpassung der dazu benötigten Berechnungsverfahren zwingt (Art. 6 UL-RL). Es bleibt abzuwarten, inwieweit dies eine Anpassung auch der so genannten akustischen Planung (Art. 3 Buchst. UL-RL) nach sich ziehen wird, die im Rahmen der Fachplanung anzuwenden ist und von den Vorgaben der Richtlinie rechtlich unberührt bleibt (Art. 5 Abs. 3 UL-RL).

---

[513] OVG NW, Urteil vom 28. April 1989 – 20 A 1853/87 - (Umdruck S. 77 f., in ZLW 1991, 61 insoweit nicht abgedruckt); Urteil vom 23. Januar 1998 – 20 A 3642/91 - (Umdruck S. 34); ferner VGH BaWü, Urteil vom 19. Juni 1989 – 5 S 3111/87 –, VBlBW 1990, 56, 62 f.

6.3.3.3 Wertungsebene

Auch bei der Bewertung von Tatsachen werden Vereinfachungen und Pauschalierungen durch den verfassungsrechtlichen Spielraum gedeckt. Dieser erlaubt es Normgebern sogar, Veränderung eines Lärmgeschehens als irrelevant einzustufen, soweit dies nicht zur Folge hat, dass die rechnerisch ermittelte Lärmbelastung die Wirklichkeit nur noch völlig unzulänglich abbildet.[514]

Soweit es um *Grenzwertfestsetzungen* geht, wirkt sich auf die konkrete Grenzziehung zwischen den ohne weiteres hinzunehmenden (aber abwägungserheblichen) Lärmwirkungen einer Verkehrsanlage auf der einen Seite und den unzumutbaren – Schutzmaßnahmen also erzwingenden – Auswirkungen auf der andere Seite aus, dass der Interessenausgleich zwischen öffentlicher Hand und lärmbetroffenen Nachbarn nach Maßgabe dessen bestimmt werden darf, was unter Berücksichtigung der übrigen Lasten und der finanziellen Bedürfnisse für bevorstehende Aufgaben möglich ist. Der Haushaltsgesetzgeber hat im Rahmen des ihm zustehenden Gestaltungsspielraums auch darauf Rücksicht zu nehmen, welche finanziellen Spielräume er unter Berücksichtigung der sonstigen Staatsaufgaben hat und darf daher auch das Gesamtvolumen der zu leistenden Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigen.[515]

6.3.4 Regelungsdefizite im Luftverkehrsrecht

Zu Recht ist immer wieder als unbefriedigend kritisiert worden, dass im Luftverkehrsrecht ausdrückliche gesetzliche Vorgaben für die Bewertung von Fluglärm fehlen, genauer: für die Festlegung der fachplanerischen Erheblichkeits- oder Zumutbarkeitsgrenze (vgl. nur Schulze-Fielitz, in: Koch H-J (2003), S. 145 ff.; Storost 2004, 93). Dennoch sind die vorhandenen Regelungen des Fluglärmschutzes im Fachrecht angesichts des weiten gesetzgeberischen Spielraums verfassungsrechtlich zu billigen, wie das Bundesverfassungsgericht 1981 ausdrücklich entschieden hat (vgl. Fußn. 19). Die gesetzlichen Vorschriften lassen zwar der Auslegung einen weiten Spielraum, der bei der Bestimmung der Zumutbarkeitsgrenze in der Rechtsprechung der Fachgerichte zu erheblich auseinander driftenden Werten geführt hat. Dies ist jedoch vor allem dadurch bedingt, dass die Erforschung der Lärmempfindlichkeit und der Folgen von Lärmeinwirkungen noch in der Entwicklung begriffen ist und gesicherte Erkenntnisse schwer zu gewinnen sind. Gerade bei vielschichtigen Sachverhalten ist aber die Anwendung unbestimmter Rechtsbegriffe grundsätzlich verfassungsrechtlich unbedenklich.

---

[576] Vgl. BVerwG, Urteil vom 20. Dezember 2000 – 11 A 7.00 –, NVwZ-RR 2001, 360; Urteil vom 3. März 1999 – 11 A 9.97 –, Buchholz 406.25 § 41 BImSchG Nr. 26.

[577] Vgl. BVerfG, Urteil vom 22. November 2000 – 1 BvR 2307/94 –, DVBl. 2001, 191; Urteil vom 23. April 1991 – 1 BvR 1170/90 –, BVerfGE 84, 90, 125.

Die Klärung von Zweifelsfragen darf insoweit den Rechtsanwendungsorganen überlassen werden.

Entsprechend hat es das Bundesverfassungsgericht für die Zeit der mangelnden Ausfüllung der §§ 41 ff. BImSchG durch Verkehrslärmschutzverordnungen abgelehnt, aus dem allgemeinen Vorbehalt des Gesetzes, der insbesondere im grundrechtlichen Bereich verlangt, dass der Gesetzgeber alle wesentlichen Entscheidungen selbst trifft, weitergehende Anforderungen an die Konkretisierung der gesetzlichen Regelung abzuleiten und also auch insoweit die Ausgestaltung des Eigentums über die allgemein für Immissionen im privaten und öffentlichen Recht geltenden Grundsätze für ausreichend erachtet.[516] Der Gesetzgeber ist auch bei der Ausgestaltung des Eigentums nach Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG nicht daran gehindert, sich unbestimmter Rechtsbegriffe zu bedienen.

6.3.5 Abwägungen und Schutzpflichten im Vorsorgebereich

6.3.5.1 Begriff der Vorsorge

Der Anwendungsbereich staatlicher Vorsorge ist nur schwer fassbar zu machen, insbesondere schwierig von der Gefahrenabwehr abzugrenzen. Diese Abgrenzung liegt gerade aber dem Immissionsschutzrecht zugrunde (vgl. nur § 5 Abs. 1 BImSchG) und ist auch im europäischen Recht verankert (vgl. zum Ganzen Kloepfer 2004, § 4 Rn. 16 ff.). Allgemein akzeptierte Begriffsbestimmungen und Abgrenzungskriterien bestehen nicht. Es lassen sich aber verschiedene Bereiche ausmachen, von denen hier die Gefahrenvorsorge (Wysk, in: Koch 2003, S. 271 (295 ff.)) und die gefährdungsunabhängige Belastungsminimierung hervorzuheben sind. Die *Gefahrenvorsorge* unterfällt in die Unterbereiche (a) der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit und (b) der Entscheidungen unter Ungewissheit. Als drittes kommt die gefährdungsunabhängige Belastungsminimierung hinzu.

(a) In Fällen geringer Eintrittswahrscheinlichkeit ist der Ursachenbeitrag einer Belastung zwar bekannt (Mit- oder Teilursache im naturwissenschaftlichen Sinne einer conditio sine qua non); das dadurch gegebene Risiko mündet – statistisch gesichert – aber nur bei einem kleinen Teil der betroffenen Individuen oder einer geringen Zahl der Fälle in einen Schaden, wobei meist weitere Ursachen hinzutreten. Hierzu zählen zeitlich und räumlich entfernte Gefahren, die bei Verkehrslärm für langfristige Belastungen mit einem Dauerschallpegel ab 65 dB(A) diskutiert werden (dazu C.5). Schwierig ist besonders die Abgrenzung zur Gefahrenabwehr. Als „Gefahr“ wird nach anerkannter Auffassung jede Sachlage bezeichnet, die bei ungehindertem Ablauf mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einem Schaden (Verletzung von Rechten oder Minderung von Rechtsgütern) führen würde.

[579] BVerfG, Beschluss vom 30. November 1988 – 1 BvR 1301/84 –, BVerfGE 79, 174 = NJW 1989, 1271.

Letztlich ist es der für erforderlich zu erachtende *Grad an Wahrscheinlichkeit* zwischen einer Belastung als Ursache (z.B. einer Lärmimmission) und einem Schadenseintritt (z.B. einer manifesten Erkrankung), nach dem Gefahren im Rechtssinne von darunter liegenden Gefährdungen, Risiken, Restrisiken oder einem bloßen Gefahrenverdacht zu unterscheiden sind (vgl. zu Gefahr und Risiko auch F.2.2.2).

Unter (b) werden die Fälle ungeklärter Ursachenzusammenhänge zusammengefasst, in denen das Schadenspotenzial einer Belastung weder bejaht noch verneint werden kann. Die Probleme ergeben sich aus der Unvollkommenheit des Kausalwissens, mit der eine Begrenzung des Prognostizierbaren einhergeht. In Bereichen niedriger Wahrscheinlichkeiten bestehen Überschneidungen mit dem Gefahrenverdacht und dem Restrisiko, wie es aus dem Atomrecht bekannt ist. Besser ist aber vom Vorliegen eines Besorgnispotenzials zu sprechen. Jede staatliche Entscheidung muss auch solche Unsicherheiten mit ins Kalkül ziehen – freilich ohne dass Ansprüche auf bestimmte Ergebnisse solcher Abwägungen durchsetzbar wären.

(c) Neben die Gefahrenvorsorge tritt die Belastungsminimierung als Selbstzweck, also das von Gefahren und Risiken völlig gelöste Bestreben, Immissionen möglichst weitgehend zu vermeiden oder zu mindern. Dieser Grundsatz ist ebenfalls dem Vorsorgeprinzip (dazu F.3) zu entnehmen und gründet darin, dass Immissionen unabhängig von ihrem Umfang als unerwünschte, die Lebensqualität mindernde Umwelteinflüsse bewertet werden.

6.3.5.2 Relativierung staatlicher Schutzpflichten

Die Unterscheidungen der Vorsorgebereich sind bedeutsam im Hinblick auf daran anknüpfende Folgerungen für staatliche Reaktionen – also das Ob und Wie staatlicher Schutzpflichten – und der ihnen voraufgehenden Abwägungen. Es ist freilich geklärt, dass die verfassungsrechtliche Schutzpflicht des Staates, d.h. aller seiner Organe, aus Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG nicht ohne weiteres dort endet, wo nach dem jeweiligen Wissensstand Ursachenzusammenhänge weder bejaht noch verneint werden können. Aber die staatlichen Pflichten ändern in solchen Fällen Inhalt und Zielrichtung; es greifen Relativierungen Platz, die rechtlich vor allem beim Verhältnismäßigkeitsgrundsatz verortet sind. Liegt eine Betroffenheit in einem der Vorsorgebereiche vor, so sind selbst hochrangige, insbesondere auch die grundrechtlich geschützten Rechte und Rechtsgüter im Wege der Abwägung durch konkurrierende staatliche und private Belange zurücksetzbar. Art und Umfang des staatlichen Schutzes variieren nach dem (möglicherweise) betroffenen Rechtsgut, nach dem quantitativen und qualitativen Umfang des möglichen Schadens und nach dem Grad des erkennbaren Risikos. Nur bei quantitativ wie qualitativ extremen Schadenspotenzial, das im Bereich des Verkehrslärms für betroffene Anlieger allerdings grundsätzlich nicht besteht, sind aus verfas-

sungsrechtlichen Gründen Vorkehrungen geboten, die das Risiko von Schäden auf das nach praktischer Vernunft Unvermeidbare reduzieren.[517] In Risikobereichen mit eingrenzbarem Schadenspotential – wie bei Gesundheitsrisiken durch Lärm – ist hingegen auch und gerade in einer am Menschen orientierten Rechtsordnung letztlich nach Maßgabe von Abwägungen zu entscheiden, was dem Menschen zwischen widerstreitenden Interessen zugemutet werden darf.

6.3.5.3 Gesundheitsschutz bei hypothetischen Gefährdungen

Da geltende Grenzwerte nur dann verfassungsrechtlich beanstandet werden können, wenn erkennbar ist, dass sie die menschliche Gesundheit völlig unzureichend schützen (oben 6.2.2), besteht keine strikte Pflicht des Staates zur Vorsorge gegen rein hypothetische Gefährdungen, etwa durch Verkehrslärm. Der Verordnungsgeber ist im Blick auf Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG nicht verpflichtet, die geltenden Grenzwerte zum Schutz vor solchen Immissionen zu verschärfen, über deren gesundheitsschädliche Wirkungen keine verlässlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen. Es ist allein seine politische Entscheidung, ob er in einer solchen Situation der Ungewissheit Vorsorgemaßnahmen sozusagen „ins Blaue hinein" ergreifen will.[518] Bestrittene oder sonst noch nicht gesicherte Erkenntnisse müssen nicht in eine wertende Betrachtung über die Wesentlichkeit von Grundstücksbeeinträchtigungen eingehen, weder bei der auf volle Problembewältigung gehenden Zulassung von Verkehrsanlagen noch bei nachträglichem Einschreiten gegen solche Anlagen, wenn Anlieger ihre Auswirkung als unzumutbar geworden empfinden. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse begründen einen Anspruch auf nachträgliches Eingreifen der Behörde nur dann, wenn sie als gesichert anzusehen sind, d.h. allgemeine Anerkennung genießen. Dies erfordert allerdings keine Einstimmigkeit der Zustimmung durch die wissenschaftliche Gemeinschaft.[519] Bei ungewissen Gefährdungslagen würde es in die alleinige politische Entscheidungsmacht des Normgebers eingreifen, wenn Gerichte – bei gebotener Beachtung konkurrierender öffentlicher und privater Interessen –Vorsorgemaßnahmen verlangen würden.

---

[517] Dazu BVerfG, Beschluss vom 8. August 1978 – 2 BvL 8/77 –, BVerfGE 49, 89, 143 – Kalkar; Beschluss vom 20. Dezember 1979 – 1 BvR 385/77 –, BVerfGE 53, 30, 59, jeweils zu den Risiken der Kernenergienutzung.

[518] BVerfG, Kammerbeschluss vom 28. Februar 2002 – 1 BvR 1676/01 –, NJW 2002, 1638. Zum angemessenen Erfahrungs- und Anpassungsspielraum des Verordnungsgebers bei komplexen Gefährdungslagen, über die noch keine verlässlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen: BVerfG, Kammerbeschluss vom 17. Februar 1997 – 1 BvR 1658/96 –, NJW 1997, 2509; Urteil vom 10. Januar 1995 – 1 BvR 342/90 –, BVerfGE 92, 26, 46; BVerwG, Beschluss vom 16. Februar 1998 – 11 B 5.98 –, NVwZ 1998, 631.

[519] Vgl. BVerwG, Beschluss vom 21. Januar 2004 – 4 B 82.03 –, NVwZ 2004, 618.

Das Unterbleiben von staatlichem Schutz zwingt die Betroffenen keineswegs zur Hinnahme eines Risikos, sondern bürdet ihnen eine Last der Eigenbewältigung auf. Letztlich geht es allein darum, wen im Interessenausgleich zwischen Betroffenen, Vorhabenträger und Allgemeinheit die Verantwortung für die Herbeiführung von Lebensverhältnissen trifft, die subjektiv zur Absicherung gegen fragliche Risiken für geboten erachtet werden.

6.3.6 Überalterung normativer Festsetzungen

Ein nachträgliches Unwirksamwerden gesetzlich oder verordnungsrechtlich festgelegter Immissions-Grenzwerte infolge fortschreitender Erkenntnis ist nur in klaren Fällen anzunehmen. Allein der Fortgang der Forschung als solcher reicht nicht aus, um einmal gewonnene Erkenntnisse über Risiken und darauf beruhende Grenzwertfestsetzungen des Verordnungsgebers als überholt und nicht mehr bindend anzusehen.[520] Es ist Sache des Verordnungsgebers, den Erkenntnisfortschritt der Wissenschaft mit geeigneten Mitteln nach allen Seiten zu beobachten und zu bewerten, um gegebenenfalls weitergehende Schutzmaßnahmen treffen zu können; er hat auch über den Zeitpunkt der Nachbesserung zu entscheiden.[521] Eine Verletzung der Nachbesserungspflicht durch den Verordnungsgeber kann gerichtlich erst festgestellt werden, wenn evident ist, dass eine ursprünglich rechtmäßige Regelung zum Schutz der Gesundheit aufgrund neuer Erkenntnisse oder einer veränderten Situation verfassungsrechtlich untragbar geworden ist.[522] Davon kann jedenfalls so lange keine Rede sein, als sich die Eignung und Erforderlichkeit niedrigerer Grenzwerte mangels verlässlicher wissenschaftlicher Erkenntnisse noch gar nicht abschätzen lassen.

6.4 Raumordnung und Landesplanung

Das deutsche Recht kennt ein mehrstufiges System räumlicher *Gesamtplanung* (Landes- und Regionalplanung, Bauleitplanung), das auf der Ebene der Bundesländer durch deren Behörden und die Kommunen ausgefüllt wird. Die dadurch bewirkte Raumordnung gehört zu den Mitteln überörtlicher Koordination konkurrierender Raumnutzungsansprüche; ihre Aufgabe ist es, Raumfunktionen zu sichern, die an besondere Lagevorteile oder Standortbedingungen geknüpft sind. Maßgebliche Rechtsgrundlagen sind das Raumordnungsgesetz des Bundes (ROG), die Landesplanungsgesetze

---

[520] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 28. Februar 2002 – 1 BvR 1676/01 –, NJW 2002, 1638, 1639; BVerwG, Urteil vom 10. Dezember 2003 – 9 A 73.02 –, NVwZ 2004, 613.

[521] BVerfG, Kammerbeschluss vom 28. Februar 2002 – 1 BvR 1676/01 –, NJW 2002, 1638.

[522] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 8. August 1978 – 2 BvL 8/77 –, BVerfGE 49, 89, 130, 132 f.; 56, 54, 78 ff.; Kammerbeschluss vom 17. Februar 1997 – 1 BvR 1658/96 –, NJW 1997, 2509; vgl. auch BVerwG, Beschluss vom 16. Februar 1998, NVwZ 1998, 631.

und das Baugesetzbuch (BauGB) für die Bauleitplanung. Weil es eine übergeordnete Raumordnungsplanung des Bundes bislang nicht gibt – eine gewisse Ausnahme bietet die Bundesverkehrsweg – und gesetzliche Bedarfsplanung (dazu F.4.3.2) –, bestimmen die Länder namentlich die Standorte für industrielle Großvorhaben und Verkehrswege durch Raumordnungspläne (§§ 6 ff. ROG). Diese weisen zu berücksichtigende („abwägungsrelevante") Grundsätze (§ 3 Nr. 3, § 2 ROG) und beachtliche („verbindliche") Ziele aus (§ 3 Nr. 2, § 4 Abs. 1 ROG), die tendenziell auf weitere Konkretisierung in nachgeordneten Planungsebenen angelegt sind, dort aber in jedem Falle Bindungswirkungen entfalten, ohne dass bereits alle damit zusammenhängenden Fragen geklärt wären.

Wie § 1 Abs. 1 ROG verdeutlicht, hat die Raumordnung Planungscharakter. Geklärt ist, dass Pläne, die auf dieser Planungsstufe aufgestellt werden, einem „echten" raumordnungsrechtlichen Abwägungsgebot unterliegen, soweit landesplanerische Interessen und Gesichtspunkte abgestimmt und ausgeglichen werden.[523] Berühren Zielaussagen hingegen die Rechte Privater oder die gemeindliche Selbstverwaltungsgarantie (Art. 28 Abs. 2 GG), so ist eine lediglich „nachvollziehende" Güterabwägung vorzunehmen (dazu unten 6.5.6). Die Frage, welche Anforderungen in diesen Zusammenhängen jeweils an Ermittlungstiefe und Abwägungsdichte namentlich einer Standortplanung zu stellen sind, ist in der Rechtsprechung noch nicht abschließend geklärt.[524] Die Antwort dürfte wesentlich vom Verhältnis zwischen Raumordnung (Landesplanung) und Fach- bzw. Bauleitplanung im Einzelfall abhängen, genauer davon, welche Bindungskraft eine raumordnerische Aussage auf der nachfolgenden Planungsstufe jeweils erzeugt. Bei gebundenen, d.h. einen Rechtsanspruch einräumenden Erlaubnisvorbehalten, findet die verbindliche Raumnutzungsentscheidung auf der vorgelagerten Stufe der Raumordnung statt. Ist das zur Genehmigung gestellte Vorhaben mit dieser Planung vereinbar, darf folgerichtig insoweit eine Zulassung nicht verweigert werden (für die immissionsschutzrechtliche Genehmigung ergibt sich dies aus § 6 Nr. 2 BImSchG). Dasselbe gilt, wo landesplanerische Ziele ohne konkretisierenden Zwischenschritt in den Tatbestand einer Zulassungsregelung inkorporiert werden und damit unmittelbar auf die Vorhabenzulassung im Einzelfall durchschlagen (Beispiel: § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB 1987). Entsprechend hoch sind in solchen Fällen die Anforderungen an die inhaltliche Qualität und Bestimmtheit der raumordnerischen Abwägung (zur Standortplanung neuestens Steinebach/Rumberg 2005, 321; Ziekow, in: ders. 2004, Rn. 586 ff.; zum Luftverkehrsrecht Wysk, in: Ziekow, a.a.O. Rn. 1602 ff.).[525] Anders liegen die Dinge in Fachplanungs-

[523] BVerwG, Urteil vom 27. Januar 2005 – 4 C 5.04 –, NVwZ 2005, 578.
[524] Aus der Rechtsprechung vgl. BVerwG, Urteil vom 15. Mai 2003 – 4 CN 9.01 –, BVerwGE 118, 181.
[525] Vgl. BVerwG, Urteil vom 19. Juli 2001 – 4 C 4.00 –, BVerwGE 115, 17.

verfahren mit eigenständiger und freier Abwägung; dort sind Zielaussagen nur im Hinblick auf landesplanerische und sonstige raumordnerische Belange abschließend, dürften im Übrigen aber prinzipiell durch Abwägung überwindbar sein.

6.5 Fachplanerische Abwägungen der Verwaltung

6.5.1 Projektplanung und Abwägung

Die Hauptlast des Verkehrslärmschutzes im Zusammenhang mit der Realisierung einzelner Verkehrswege und -anlagen liegt bei ihrer fachbehördlichen Zulassung durch Verwaltungsakt. Es handelt sich um Einzelfallregelungen über die Zulassung konkreter Projekte in Gestalt gesetzlich vorgeschriebener Entscheidungstypen (Planfeststellungsbeschlüssen, Plangenehmigungen, Genehmigungen). Man spricht – im Unterschied zur Gesamtplanung – von Projektplanung. Diese ist anzuwenden, wenn dies fachgesetzlich besonders vorgeschrieben ist. Solche Fachplanungsvorbehalte beinhalten Verbote mit Erlaubnisvorbehalt. Das gesetzliche Verbot darf nur im Einzelfall durch eine konkrete behördliche Zulassungsentscheidung beseitigt werden dürfen. Kehrseite der Planungsvorbehalte ist eine Gestaltungsermächtigung der Behörde, die sie in den Stand versetzt, ihrer gesetzlichen Planungsaufgabe nachzukommen.

Kern solcher Projekt- oder Fachplanungen ist eine planerische Abwägung, die eine umfassende Bewältigung der mit einem Vorhaben aufgeworfenen Probleme (Gebot der Konfliktbewältigung) zu leisten hat. Beständig fortschreitendes Problembewusstsein und verfeinerte Untersuchungsmethoden auf der einen Seite, aber auch Autoritätseinbußen staatlicher Stellen in der betroffenen Bevölkerung auf der anderen Seite haben die Anforderungen an die Abwägungsentscheidung in den letzten Jahrzehnten fortlaufend erhöht. Die national wie international festzustellende Anhäufung normativer oder sonst zu beachtender Vorgaben bei gleichzeitigem Fehlen klarer Anleitungen für die Problembewältigung (zumindest in Teilbereichen) erklärt die jahrelange Dauer der meisten Planungsverfahren. Das unerwünschte Ergebnis sind regelmäßig hunderte Seiten starke Planungsentscheidungen, die Vorhaben in allen erdenklichen Facetten beleuchten und in ebenfalls jahrelangen Rechtsstreitigkeiten wieder und wieder auf ihre Tragfähigkeit hin analysiert werden.

6.5.2 Gestaltungsermächtigung der Fachplanungsbehörden

Das Bundesverfassungsgericht gesteht auch der vollziehenden Gewalt (hier den mit Entscheidungen über Projektplanungen befassten Behörden) bei der Ausübung ihrer originären planerischen Gestaltungsbefugnisse einen weiten Einschätzungs- und Gestaltungsspielraum zu. Dieser umfasst insbesondere die Präzisierung der Inhaltsbestimmung des Eigentums, aber auch die Erfüllung der Schutzpflicht für die körperliche Unversehrtheit im Einzel-

fall.[526] Im Verhältnis zu Normgebern stärker eingeschränkt sind diese Spielräume allein durch die größere Fülle und Konkretheit einschlägig vorgeordneter Rechtsvorschriften. Denn Planungsbehörden haben die Einschätzungen und Wertungen des von ihnen anzuwendenden einfachen Rechts zu beachten und auf den Einzelfall zu konkretisieren, müssen dabei aber das gesamte Spektrum der zur Verfügung stehenden Erkenntnis- und Gestaltungsmittel (auch) in Bezug auf den Lärmschutz nutzen.

6.5.3 Funktion und rechtliche Wirkungen der Planfeststellung

Fachplanerische Entscheidungen dieser Art (6.4.1) sind einerseits Entscheidungen über die öffentlich-rechtliche *Zulassung* des beantragten Vorhabens. Darin stimmen sie mit der bauaufsichtlichen oder die immissionsschutzrechtlichen Genehmigung, überein. Anders als diese, die einem strikten Entscheidungsprogramm folgen, erschöpfen sie sich jedoch nicht darin, sondern enthalten darüber hinaus eine verbindliche *Raumnutzungsentscheidung*. Mit dieser wird abschließend über die Zulässigkeit der Bodeninanspruchnahme befunden (vgl. auch Steinberg/Berg/Wickel 2000, § 1 I, 25 ff.). Gegenüber der sonst maßgebenden örtlichen Gesamtplanung hat die fachplanerische Entscheidung grundsätzlich Vorrang (vgl. § 38 BauGB). Schließlich regelt sie rechtsgestaltend „alle öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen dem Träger des Vorhabens und den durch den Plan Betroffenen" (*Gestaltungswirkung*, § 75 Abs. 1 VwVfG).

6.5.4 Anforderungen fachgesetzlicher Abwägungsgebote im Einzelfall

6.5.4.1 Verfahrensreglements der Planfeststellung

Die fachplanerischen Abwägungsgebote verpflichten die Behörde, alle abwägungserheblichen Belange zu ermitteln und die widerstreitenden Interessen unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit auszugleichen. Das Verfahrensreglement der Planfeststellung ist allgemein in den Verwaltungsverfahrensgesetzen des Bundes und der Länder (VwVfG) enthalten; ergänzende oder abweichende Bestimmungen sind in Fachplanungsgesetzen vorgesehen. Diese Vorschriften belegen, wie stark das Abwägungsergebnis von der Art und Weise seiner Erarbeitung abhängig ist. Sie verpflichten die Behörde, ihre Entscheidung auf breiter – alles Entscheidungserhebliche umfassender – Erkenntnisbasis zu treffen. Deren Gewinnung erfordert zunächst eine genaue tatsächliche Beschreibung des Vorhabens selbst durch einen Plan. § 73 Abs. 1 Satz 2 VwVfG beschreibt ihn als die Gesamtheit der „Zeichnungen und Erläuterungen, die das Vorhaben, seinen Anlass und die

[526] BVerfG, Beschluss vom 30. November 1988 – 1 BvR 1301/84 –, BVerfGE 79, 174 = NJW 1989, 1271; Beschluss vom 29. Oktober 1987 – 2 BvR 624/83 u.a. –, BVerfGE 77, 170, 214.

von dem Vorhaben betroffenen Grundstücke und Anlagen erkennen lassen." Die Formulierung lässt ohne weiteres erkennen, dass es nicht nur um den physischen Bestand an Anlagen, sondern ebenso um die Auswirkungen des konkreten raum-zeitlichen Vorhabens geht. Die erforderlichen Pläne werden häufig fachgesetzlich präzisiert (z.B. § 40 LuftVZO für die Flughafengenehmigung). Die Ermittlung der Auswirkungen nötigt regelmäßig zur Einholung von Gutachten, etwa eines technischen Sachverständigen über das Ausmaß des durch das Vorhaben verursachten Lärms und eines medizinischen Sachverständigen über die Auswirkung dieses Lärms auf die Bevölkerung.

Sodann hat die Anhörungsbehörde, die mit der Planfeststellungsbehörde nicht identisch sein muss, das *Beteiligungs- und Einwendungsverfahren* durchzuführen. Dazu sind die Stellungnahmen derjenigen Behörden einzuholen, deren Aufgabenbereich berührt wird. Ferner sind die Naturschutzverbände und betroffenen Gemeinden sowie die Öffentlichkeit zu beteiligen. Die zuvor ermittelte tatsächliche Erkenntnisbasis ist den beteiligten Stellen und Betroffenen zugänglich zu machen; dazu ist insbesondere der „Plan" auszulegen. Abschließend sind die Einwendungen gegen den Plan und die Stellungnahmen der Behörden zu dem Plan mit dem Träger des Vorhabens, den Behörden, den Betroffenen sowie den Personen, die Einwendungen erhoben haben, zu erörtern (§ 73 Abs. 6 VwVfG) und ein Abschlussbericht zu verfassen. Er ist der Planfeststellungsbehörde mit dem Plan, den Stellungnahmen der Behörden und den nicht erledigten Einwendungen zu übersenden (§ 73 Abs. 9 VwVfG). Die Planfeststellungsbehörde trifft sodann die Entscheidung: Sie stellt den Plan fest (Planfeststellungsbeschluss, § 74 Abs. 1 Satz 1 VwVfG) oder lehnt den Antrag ab.

6.5.4.2 Interessenausgleich

Stellt die Behörde den Plan fest, so muss der Planfeststellungsbeschluss in seiner Begründung die detaillierte Darlegung des Abwägungsergebnisses und seiner Herleitung enthalten, dabei unzumutbare Wirkungen für benachbarte Grundstücke (zum Nachbarbegriff F.1.2.3.1) durch flankierende Schutzvorkehrungen effektiv ausschließen und im Übrigen die hinzunehmenden Belastungen rechtfertigen. Dass wegen der Vielzahl spezialgesetzlicher Regelungen für die verschiedenen Verkehrswege keine einheitliche Regelung über das Maß der hinzunehmenden Beeinträchtigungen gilt, mag misslich erscheinen, ist vom Bundesverfassungsgericht aber noch nie grundsätzlich missbilligt worden. Die vom Abwägungsgebot umschlossene Gestaltungsermächtigung erlaubt der Behörde, einen besonders flexiblen und jedem Einzelfall gerecht werdenden Interessenausgleich unter maßgeblicher Berücksichtigung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit (zu ihm oben 6.2.1) herzustellen. In der darin erfolgenden Berücksichtigung der konkreten Verhältnisse liegt keine sachwidrige Differenzierung, sodass ein Verstoß gegen den Gleichheitssatz nicht in Betracht zu ziehen ist. Es begegnet grundsätzlich keinen verfassungsrechtlichen Bedenken, dass der Gesetzgeber für

die im Einzelnen zu berücksichtigenden Belange nicht jeweils konkrete Maßstäbe für deren Gewichtung festgesetzt hat. Das Bundesverfassungsgericht rechtfertigt dies damit, dass angesichts der Vielzahl der in Betracht kommenden Belange eine solche Konkretisierung praktisch kaum möglich wäre und eine sachgerechte Entscheidung im Einzelfall sogar erschweren könnte. Selbst wenn man für den Verkehrslärmschutz im Hinblick auf die besondere Bedeutung, die er durch die Entwicklung der Verkehrsbereiche erlangt hat, ein verfassungsrechtlich beachtliches Bedürfnis nach normativer Verdeutlichung der Schutzmaßstäbe annehmen wollte, wäre dem jedenfalls durch die vom Gesetzgeber im Bundes-Immissionsschutzgesetz und in Fachplanungsgesetzen für die Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle vorgesehenen Regelungen Rechnung getragen. Jenseits dessen garantiert das Eigentum an einem Grundstück seinem Inhaber nicht ohne weiteres, von der Nachbarschaft störender Anlagen verschont zu bleiben. Jedes Grundstück ist der Gefahr ausgesetzt, dass eine störende Anlage in seiner Nachbarschaft errichtet wird und dass dann entsprechende Vorschriften des – nicht harmonisierten öffentlichen und privaten – Nachbarrechts zum Tragen kommen (dazu oben 6.2.2).[527]

6.5.5 Relativierbarkeit der Schutzpflichten und Grenzen fachplanerischer Abwägung

6.5.5.1 Allgemeine Schranken der Abwägung

Schranken der planerischen Gestaltungsfreiheit der Behörde, die durch Abwägung nicht überwunden werden können, ergeben sich – erstens – aus einer etwaigen Bindung an vorbereitende Planungsentscheidungen in Gesetzesform (Beispiel: Bedarfsgesetze in der Straßenplanung) oder an vorbereitende verwaltungsinterne Planungsentscheidung einer übergeordneten Stelle (Beispiel: Bundesverkehrswegeplan, Linienbestimmung), – zweitens – aus dem Erfordernis einer den gesetzlichen Zielsetzungen entsprechenden Rechtfertigung des konkreten Planvorhabens (Planrechtfertigung), – drittens – nach Maßgabe der gesetzlichen (zwingenden) Planungsleitsätze; auch kann sich die Behörde – viertens – nicht von den Anforderungen des Abwägungsgebotes an sich dispensieren; schließlich bestehen – fünftens – materielle Rechtspositionen, die schlechthin nicht überwunden werden können.

6.5.5.2 Gesundheitsschutz als absolute Abwägungsgrenze

Lärmschutz meint Schutz rechtlich relevanter Positionen. Deren genaue Identifizierung ist von erheblicher Bedeutung für Art und Intensität der staatlichen Schutzpflicht und den Umfang der dabei bestehenden Spielräume (unten 6.2.3). Die geringsten Spielräume bestehen beim Schutz der körperlichen Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG. In dieses Recht

[527] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 12. März 1986 – 1 BvL 81/79 –, BVerfGE 72, 66, 77.

darf nur auf Grund eines Gesetzes eingegriffen werden (a.a.O. Satz 2). Für Immissionsbelastungen fehlt eine solche gesetzliche Grundlage; namentlich geben die Fachplanungsgesetze dies nicht her. Gesundheitsbeeinträchtigungen – wie bereits greifbare und erhebliche Gefährdungen im Vorfeld – markieren daher für alle staatlichen Organe eine durch Abwägungen nicht überwindbare Grenze, die so genannte grundrechtliche Zumutbarkeitsgrenze.

Staatliche Stellen haben keinen Spielraum bei der *Bewertung*, ob diese Grenze erreicht ist, und ebenfalls keinen Spielraum bei der Frage, *ob* einzuschreiten ist. Das verweist auf die Abhängigkeit der Rechtswertung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen über pathologische, aber auch sonst medizinisch bedenkliche Lärmwirkungen. Wenn und soweit wirksame Abhilfe nicht greift, muss die Zulassung eines Vorhabens versagt werden.[528] Freilich ist die Grenzziehung durch die auch in der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts immer noch unbeantwortete Frage belastet, welche Aspekte im Einzelnen – außerhalb des Pathologischen – dem verfassungsrechtlich strikt zu wahrenden Bereich der körperlichen Unversehrtheit zuzuordnen sind (dazu F 2.3.1). Liegen gesundheitsrelevante Immissionen vor, so besteht Spielraum lediglich hinsichtlich der *Art* der Abhilfemaßnahmen. Denn auf welche Weise eine positive staatliche Schutz- und Handlungspflicht für die körperliche Unversehrtheit zu verwirklichen ist – sei es durch aktive gesetzgeberische oder durch sonstige Maßnahmen –, ist stets eine höchst komplexe Frage. Das gilt erst recht, wenn die Schutzpflicht erst im Wege der Verfassungsinterpretation aus den in den Grundrechten verkörperten Grundentscheidungen oder aus dem „weichen" Verfassungsauftrag des Art. 20a GG hergeleitet wird (dazu F 3.10 und F 5.3.1). Das schließt bestimmte, rechtlich zwingend ableitbare Lösungen – und folglich darauf gerichtete Ansprüche – aus.

6.5.5.3 Inhaltsbestimmungen des Eigentums

Stehen Gesundheitsgefährdungen nicht in Rede (zu Besorgnissen oben 6.3.5), so ist das Ausmaß an Lärmimmissionen, das der Inhaber eines unter den Schutz der Eigentumsgarantie fallenden Rechts an einem (Anlieger-) Grundstück hinzunehmen hat, eine Frage der Abwägung mit konkurrierenden Eigentumsnutzungen. Der Schutz des Eigentums nach Art. 14 GG ist dabei deutlich weniger eingriffsfest als der Gesundheitsschutz und in verschiedener Hinsicht *relativierbar*. Es besteht schon kein absolut geschützter Kernbereich des Schutzes; denn das Eigentumsrecht – gewissermaßen die Substanz des Eigentums – darf im Wege der Enteignung, wenn auch nur gegen Entschädigung, durch Gesetz oder aufgrund eines Gesetzes, also mittels eines Verwaltungsakts, ganz oder teilweise entzogen werden (Art. 14 Abs. 3 GG). Demgemäß bestimmen die Fachplanungsgesetze, dass Planungsent-

[528] Allgemeine Ansicht, vgl. nur BVerwG, Beschluss vom 15.5.1996 – 11 VR 3.96 –, NVwZ-RR 1996, 557, 558.

scheidungen, die nur mit Hilfe von Substanzeingriffen realisierbar sind, der Enteignung zugrunde gelegt werden dürfen (vgl. etwa § 28 LuftVG, § 19 FStrG; § 22 AEG). Zum anderen unterliegt die Ausübung der Eigentumsrechte der Sozialbindung (Art. 14 Abs. 2 GG) und einer Inhaltsbestimmung durch die Gesetze (Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG). Den Eigentümer trifft daher auch unterhalb der Enteignungsgrenze – bis zu einem gewissen „zumutbaren" Grad – eine Duldungspflicht gegenüber Belastungen etwa durch Lärm, die nicht als Substanzeingriff, sondern als mittelbare Betroffenheit gewertet wird. Überschreitet die Lärmbelastung dieses Maß, so liegt ebenfalls keine Enteignung, sondern eine „enteignende" Wirkung vor. Diese wird bei schweren und unerträglichen Eingriffen erreicht, die deutlich *über* der „allgemeinen" Zumutbarkeitsgrenze im Sinne der Auflagenvorschriften (unten 6.5.7) oder der – vom theoretischen Ansatz her – identischen so genannten Erheblichkeitsgrenze nach §§ 3 Abs. 1, 41 ff. BImSchG liegen. Erst das Erreichen der enteignungsrechtlichen Zumutbarkeitsgrenze führt dazu, dass die Planung nur zugelassen werden darf, wenn die betroffenen Grundstücke durch Änderung ihrer Nutzung (Enteignung) mit der Folge eines Entschädigungsanspruchs in Anspruch genommen werden.[529]

Belastungen *unterhalb* der enteignungsrechtlichen Zumutbarkeitsgrenze sind einer Abwägung mit gegenläufigen Belangen zugänglich. Nachteilige Folgen des Vorhabens für die Grundstücksnutzung dürfen aufgrund gerechter Abwägung hinter die Belange des Vorhabens zurückgesetzt werden. Diese Relativierbarkeit ergibt sich als Konsequenz der Einordnung staatlich gebilligter Immissionen gemeinnütziger – jedenfalls nicht rein privatnütziger – Verkehrsanlagen als Inhalts- und Schrankenbestimmung des Eigentums im Sinne des Art. 14 Abs. 1 Satz 2 GG. Nach dieser Verfassungsnorm ist zu beurteilen, ob die zugrunde liegenden Rechtsvorschriften und deren Anwendung mit dem Eigentumsgrundrecht vereinbar sind.[530] Zu solchen Belastungen gehören Erschwerungen oder Beeinträchtigungen von Grundstücksnutzungen, wie sie gegenüber Lärm etwa in der Notwendigkeit liegen können, Tätigkeiten in die Innenräume zu verlegen, das Kommunikationsverhalten (in gewissem Umfang) anzupassen, Fenster zu schließen oder Belüfter einzubauen.

6.5.5.4 Gegenläufige Belange

Als relativierende gegenläufige Belange kommen anerkanntermaßen solche in Betracht, welche die *Realisierung des Vorhabens* erschweren würden: geologisch-technische oder sonstige Schwierigkeiten alternativer Planungskonzepte, durchaus aber auch das – ebenfalls grundrechtlich geschützte – Inte-

[529] BVerfG, Beschluss vom 30. November 1988 – 1 BvR 1301/84 –, BVerfGE 79, 174 = NJW 1989, 1271.

[530] BVerfG, Beschluss vom 30. November 1988 – 1 BvR 1301/84 –, BVerfGE 79, 174 = NJW 1989, 1271; BVerfGE 72, 66, 76.

resse des Vorhabenträgers an der wirtschaftlichen Nutzung bzw. dem auskömmlichen Betrieb seiner Verkehrsanlage. Eine Rechtsordnung, die die Herstellung und Unterhaltung von Anlagen der Daseinsvorsorge, zu denen öffentliche Verkehrswege zählen, privatrechtlich organisierten Trägern überlässt (dazu F.1.2.2), hat zugleich sicherzustellen, dass sich die Anlage für den Betreiber rechnen kann – jedenfalls solange ein öffentliches Interesse an den von ihr erfüllten Verkehrsfunktionen besteht.

Das Interesse an einem Schutz vor Lärm kann demgemäß vornehmlich durch *öffentliche Interessen* begrenzt werden. Dazu gehören solche des Natur- und Landschaftsschutzes, falls sie durch alternative Planungskonzepte berührt werden, die stärkeren Lärmschutz bewirken würden. Einschränkbar sind Lärmschutzinteressen aber vor allem durch ein der Realisierung gleichgerichtetes öffentliches Interesse an Infrastruktursicherstellung (den „Verkehrsbedarf"). Müssen Lärmschutzmaßnahmen aus öffentlichen Haushalten finanziert werden (namentlich bei öffentlichen Straßen und Militärflugplätzen), so sind *Kostengesichtspunkte* als gegenläufiger (ausschließlich) öffentlicher Belang zu berücksichtigen. Dies verdeutlicht § 7 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) mit dem Gebot der sparsamen und wirtschaftlichen Mittelverwendung. Diese Wertung, die schon bei Grenzwertsetzungen einzustellen ist (oben 6.2.3.3), kann den Eigentumsschutz infolge ihrer Einbeziehung über die gesetzlichen Planfeststellungs- und Genehmigungsvorbehalte auch auf der Ebene konkreter Vorhabenplanung begrenzen.[531]

6.5.6 Bestimmung der Zumutbarkeit durch Güterabwägung

In dem dadurch gezogenen Rahmen erfolgt die Bestimmung dessen, was dem Grundstück eines Betroffenen an Verkehrslärm einer Anlage *ohne* die Anordnung von Schutzmaßnahmen zugemutet werden darf, nach gesetzlichen oder verordnungsrechtlichen Immissions-Grenzwerten (wie z.B. nach der 16. BImSchV). Sind einschlägige Grenzwerte nicht gezogen, so ist die Zumutbarkeit nach gefestigter Rechtsprechung durch eine besondere Güterabwägung zu bestimmen. Diese setzt eine auf jedes betroffene konkrete Objekt bezogene („individuelle") und durch die Inbezugsetzung zu entgegenstehenden Belangen „relative" Gewichtung der Interessen voraus, mit der die konkreten Gegebenheiten der emittierenden Nutzung und der immissionsbetroffenen Nutzung in ein angemessenes Verhältnis gesetzt werden. Dabei sind auch gesetzliche Wertungen zu berücksichtigen, zu denen gegebenenfalls auch dort verankerte öffentliche Aufgabenstellungen gehören.[532] Die Zumutbarkeit des Lärms reicht aber auch dann regelmäßig nicht bis zur

---

[531] Ständ. Rechtsprechung, vgl. BVerwG, Urteil vom 8. Juli 1998 – 11 A 30.97 –, Juris; Beschluss vom 30. September 1998 – 4 VR 9.98 –, Juris; Beschluss vom 20. Dezember 1988 – 4 B 211.88 –, NVwZ-RR 1989, 458; Urteil vom 22. März 1985 – 4 C 73.82 –, BVerwGE 71, 163, 166 = NJW 1986, 82.

[532] Vgl. BVerwG, Urteil vom 21. Mai 1976 – 4 C 38.74 –, BVerwGE 51, 15, 29; Urteil vom 29. April 1988 – 7 C 33.87 BVerwGE 79, 254.

Grenze der Gesundheitsgefährdung oder des schweren und unerträglichen Eingriffs in das Eigentum. Unzumutbar ist bereits eine erhebliche Belästigung im Sinne des § 3 Abs. 1 BImSchG und der übrigen Auflagenvorschriften (im Einzelnen Wysk, in 1998, 456, 483; ders., in: Koch 2003, 271, 290 ff.; ders., in: Ziekow 2004, Rn. 1697 ff.).

6.5.7 Auflagenvorschriften

Wesentliches Mittel der Bewältigung der durch ein Vorhaben aufgeworfenen unzumutbaren Planungsfolgen sind fachgesetzliche Auflagenvorschriften. Sie verpflichten die Planfeststellungsbehörde, dem Träger des Vorhabens (Straßenbaulastträger, Flughafenunternehmer usw.) Vorkehrungen oder die Errichtung und Unterhaltung von Anlagen aufzuerlegen, die zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte anderer (allgemein § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG) bzw. zur Sicherung der Benutzung benachbarter Grundstücke Sicherung der Benutzung der benachbarten Grundstücke gegen Gefahren oder Nachteile notwendig sind (so etwa § 9 Abs. 2 LuftVG). Sind solche Vorkehrungen oder Anlagen untunlich oder mit dem Vorhaben unvereinbar, so hat der Betroffene Anspruch auf angemessene Entschädigung, die ein Surrogat darstellt für nicht realisierbare, weil untunliche oder mit dem Vorhaben unvereinbare technisch-reale Schutzmaßnahmen.

Solche Auflagenvorschriften beeinflussen die Realisierung eines Vorhabens in drei Richtungen: Sie zwingen die Zulassungsbehörde, (1) die Grenze der zumutbaren – also ohne flankierende Maßnahmen hinzunehmenden – Einwirkungen des Vorhabens nachvollziehbar zu fixieren und (2) durch die Anordnung von Schutzauflagen immissionsbetroffene Grundstücke vor unverhältnismäßigen Beeinträchtigungen zu bewahren, mithin durch sie (und ggf. weitere „aktive“ Maßnahmen) insgesamt einen angemessenen Ausgleich zu schaffen zwischen dem Interesse des Unternehmers an einer Nutzung seiner Anlage ohne erheblich beeinträchtigende Restriktionen und dem Interesse der Nachbarschaft, von den Auswirkungen der Anlage möglichst weitgehend verschont zu bleiben; (3) dadurch verhindern die Auflagenvorschriften gleichzeitig, dass ein Vorhaben wegen der von ihm ausgehenden Nachteile scheitern muss.

6.5.8 Einbeziehung zumutbarer Umwelteinwirkungen

Die Behörde hat in ihrer Abwägung nicht nur unzumutbare Folgen von Planungen zu betrachten; sie muss darüber hinaus jene – ihr direkt oder indirekt zuzurechnenden – schädlichen Umwelteinwirkungen vermeiden, auf deren Beseitigung der Gesetzgeber dem Einzelnen einen Rechtsanspruch nicht eingeräumt hat (zumutbare Umwelteinwirkungen). Diese objektive Rechtspflicht ergibt sich – nach inzwischen geänderter Verfassungsrechtslage – unter anderem aus Art. 20a GG.[533] Ist eine Vermeidung

[533] BVerwG, Urteil vom 9. Februar 1995 – 4 C 26.93 –, BVerwGE 97, 367.

nicht möglich, so darf die Behörde sich über zumutbare Belastungen und über einfache Belästigungswirkungen ohne ausgleichende Maßnahmen – gewissermaßen also rein verbal – hinwegsetzen, wenn das Realisierungsinteresse von hinreichendem, d.h. korrespondierend hohem Gewicht ist. Doch ist nicht zu gering einzuschätzen, in welchem Maße eine Planungsentscheidung, die auch geringergewichtige Belange einbezieht und offen anspricht, das Mögliche zur Befriedung der Gesamtsituation beiträgt. Auch hier hat die Umgebungslärm-Richtlinie eine Veränderung gebracht, deren Folgen für die fachplanerische Praxis mit der dort vorzunehmenden akustischen Planung (oben 6.2.3.2) noch nicht abschätzbar sind. Nach dem Ziel der Richtlinie sind nämlich auch „zumutbare", also schlicht belästigende oder unerwünschte Lärm-Immissionen zu vermeiden oder zu mindern. Das könnte auf die Notwendigkeit hindeuten, auch insofern konkrete Reaktionen zumindest in der Aktionsplanung aufzunehmen.

6.5.9 Grenzen der behördlichen Reaktionspflicht

Die Optimierung der Planungssituation muss die Planungsbehörde mit allen ihr verfügbaren Mitteln vorantreiben, sei es durch (abwägungsgerechte) Gestaltung oder gar Einschränkung des Vorhabens, sei es durch Schutzvorkehrungen. Ihre Optimierungspflicht endet aber dort, wo ihre Kompetenzen enden (zu Problemfeldern im Luftverkehrsrecht vgl. Wysk, in: Ziekow 2004, Rn. 1721, 1589; dens., in Koch 2003, 271, 277 ff.). So kann sie etwa technische Verbesserungen der Verkehrsmittel über den jeweiligen Stand der Technik hinaus nicht mit ihrer Entscheidung einfordern. Wohl kann sie in der Art einer Auflage die Nutzung einer Anlage vom Einsatz verbesserter Technik abhängig machen, was im Einzelfall ein unzulässiges Hinausschieben der Anlagenbenutzung bedeuten kann. Selbst wenn sich die entsprechenden Regelungen im Fachrecht vor dem Hintergrund der verfassungsrechtlichen Vorgaben als unzureichend erweisen würden, würde daraus allenfalls eine Pflicht des Normgebers zur „Nachbesserung" folgen. Es ist nicht Aufgabe der Planungsbehörde, einer gesetzlichen Regelung vorzugreifen. Jedenfalls kann ihr auf diese Weise ein Abwägungsfehler und damit die Rechtswidrigkeit eines Planfeststellungsbeschlusses nicht angelastet werden.[534] Schließlich muss dem Vorhabenträger die Umsetzung der ihm auferlegten Schutzvorkehrungen rechtlich und tatsächlich möglich sein (Wysk 1998, 456, 463).

[534] BVerwG, Urteil vom 29. Januar 1991 – 4 C 51.89 –, BVerwGE 87, 332.

6.6 Abwägungskontrolle durch die Rechtsprechung

6.6.1 Kontrolle normativer Abwägungen

6.6.1.1 Kontrolle des parlamentarischen Gesetzgebers

Ob der parlamentarische Bundesgesetzgeber seinen Abwägungspflichten nachgekommen ist, haben alle Gerichte bei der Anwendung des jeweils einschlägigen Rechts nachzuprüfen. Lediglich die Verwerfungskompetenz, d.h. die Nichtanwendung einer nachkonstitutionellen Norm, ist beim Bundesverfassungsgericht konzentriert. Gelangt ein anderes Gericht zur Überzeugung, ein anzuwendendes Gesetz sei verfassungswidrig, so ist es zur Vorlage an das Bundesverfassungsgericht verpflichtet (Art. 100 GG). Auch das Bundesverfassungsgericht respektiert die weiten Einschätzungs-, Wertungs- und Gestaltungsspielräume des Gesetzgebers (oben 6.2.3). Die Entscheidung, welche Maßnahmen geboten sind, kann nur begrenzt nachgeprüft werden. Das Bundesverfassungsgericht kann grundsätzlich erst eingreifen, wenn die staatlichen Organe gänzlich untätig geblieben sind oder wenn offensichtlich ist, dass die getroffenen Maßnahmen völlig ungeeignet oder unzugänglich sind.[535] Einen Ausnahmefall bildet es, wenn der Gesetzgeber selbst – durch formelles Gesetz – ein Verkehrsprojekt plant (Beispiel: Südumfahrung Stendal, vgl. bei Fußn. 8). Er hat dann alle Anforderungen der Abwägung zu erfüllen.[536]

6.6.1.2 Grenzen der Gestaltungsfreiheit

Andererseits folgt aus dem objektiv-rechtlichen Gehalt der durch Verkehr nachteilig betroffenen Grundrechte (Art. 2 Abs. 2 Satz 1, Art. 14 Abs. 1 GG) die Pflicht der staatlichen Organe, sich schützend und fördernd vor die entsprechenden Rechtsgüter zu stellen und sie insbesondere, wo der Staat den Lärmeinwirkungen Dritter billigend gegenübersteht, vor rechtswidrigen Eingriffen vonseiten anderer zu bewahren.[537] An der Entstehung oder der Aufrechterhaltung solcher verfassungswidrigen Zustände dürfen sie nicht mitwirken.[538] Für den Schutz der körperlichen Unversehrtheit (Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG) bedeutet dies: Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Verkehrslärm sind zwingend auszuschließen, gleichgültig, ob der Staat selbst Lärmverursacher ist (Militärflugplätze) oder ob er das Lärmgeschehen Dritter

---

[535] BVerfG, Beschluss vom 17. Juli 1996 – 2 BvF 2/93 –, BVerfGE 95, 1.

[536] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 14. Januar 1981 – 1 BvR 612/72 –, BVerfGE 56, 54, 71 und 80 ff.; Beschluss vom 29. Oktober 1987 – 2 BvR 624/83 u.a. –, Umdruck S. 60.

[537] Grundlegend BVerfG, Beschluss vom 14. Januar 1981 – 1 BvR 612/72 –, BVerfGE 56, 54, 73 m.w.N.

[538] Vgl. BVerwG, Urteile vom 28. Oktober 1998 – 11 A 3.98 –, BVerwGE 107, 350 und vom 15. September 1999 – 11 A 22.98 –, Buchholz 442.40 § 8 LuftVG Nr. 17; Urteil vom 21. März 1996 – 4 C 9.95 –, BVerwGE 101, 1, 9 f.; ferner BVerwG, Urteil vom 7. Juli 1978 – 4 C 79.76 –, BVerwGE 56, 110, 132; Urteil vom 14. Dezember 1979 – 4 C 10.77 –, BVerwGE 59, 253, 265 ff.

eröffnet oder zulässt (Straße, Schiene, ziviler Luftverkehr). Entsprechendes hat zu gelten, wenn zugelassene Verkehrsanlagen in ein grundrechtsverletzendes Ausmaß an Lärmwirkungen hineinwachsen. Soweit Lärmsanierung nicht aufgrund fachgesetzlicher Schutzansprüchen auf der fachplanerischen Zumutbarkeitsgrenze zu gewährleisten ist (vgl. § 75 Abs. 2 VwVfG), greift eine strikte Sanierungspflicht unmittelbar aus dem Grundrecht.

6.6.1.3 Kontrolle des Verordnungsgebers

Nicht wesentlich anders verläuft die gerichtliche Kontrolle untergesetzlicher Normen des Verordnungsgebers (so genannter Gesetze im materiellen Sinne). Den Gerichten kommt hier neben der Prüfungs- eine Verwerfungskompetenz zu, die regelmäßig im Rahmen einer inzidenten Missbilligung staatlicher Verwaltungsakte, die die Verordnung anwendet, ausgeübt wird (Inzidentkontrolle). Steht diese nicht zur Verfügung, so kommt nach neuerer Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts auch eine unmittelbare Feststellung der Rechtsverletzung durch eine Rechtsverordnung in Betracht; die Vorschriften über die Normenkontrolle (§ 47 VwGO) bilden insofern keine Schranke.[539]

Der in der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts für die Kontrolle untergesetzlicher Normen entwickelte gerichtliche Prüfungsrahmen geht ebenfalls von einem weiten Gestaltungsspielraum innerhalb der Vorgaben der Ermächtigungsnorm aus. Die Betrachtung des Entscheidungsprozesses tritt zugunsten einer Ergebniskontrolle zurück, weil es auf das Ergebnis des Rechtssetzungsverfahrens ankommt, also auf die erlassene Vorschrift in ihrer regelnden Wirkung, nicht aber auf die die Rechtsnorm tragenden Motive dessen, der an ihrem Erlass mitgewirkt hat.[540] Die Grundsätze über die Ermessensausübung beim Erlass von Verwaltungsakten sind auf die Kontrolle nicht übertragbar.[541]

6.6.1.4 Kontrollbefugnisse bei ungesichertem Kenntnisstand

Die grundrechtliche Schutzpflicht verlangt nicht, Normgeber gerichtlich dazu zu verpflichten, eine Vorsorgeentscheidung unter Kontrolle zu halten und die Schutzeignung der von ihm festgesetzten Grenzwerte jeweils nach dem aktuellen Stand der Forschung zu beurteilen.[542] Sie verlangt ebenso

---

[539] Vgl. BVerwG, Urteil vom 28. Juni 2000 – 11 C 13.99 –, NJW 2000, 3584 = BVerwGE 111, 276 (entwickelt für den Rechtsschutz gegen die Festlegung von Flugverfahren durch Rechtsverordnung nach § 27a LuftVO).

[540] Vgl. BVerwG, Beschluss vom 27. Juli 1995 – 7 NB 1.95 –, BVerwGE 99, 88; Beschluss vom 3. Mai 1995 – 1 B 222.93 –, Buchholz 451.45 § 113 HwO Nr. 2; Urteil vom 13. Dezember 1984 – 7 C 3.83 u.a. –, BVerwGE 70, 318, 335; VGH Baden-Württemberg, Urteil vom 1. September 1982 – NC 9 S 1696/81 u.a. –, NVwZ 1983, 369 f.

[541] Vgl. BVerwG, Urteil vom 24. Juni 2004 – 4 C 11.03 –, BVerwGE 121, 152; Beschluss vom 5. April 1988 – 7 B 47.88 –, Buchholz 415.1 AllgKommR Nr. 73 (S. 17).

[542] BVerfG, Kammerbeschluss vom 17. Februar 1997 – 1 BvR 1658/96 –, NJW 1997, 2509.

wenig, ihn auf einer wissenschaftlich ungeklärten Tatsachengrundlage deshalb zur Herabsetzung der Grenzwerte zu verpflichten, weil nachteilige Auswirkungen von Immissionen auf die menschliche Gesundheit nicht ausgeschlossen werden können.

6.6.2 Kontrolle behördlicher Abwägungsentscheidungen

6.6.2.1 Überprüfung bei ungewissen Risiken

Gerichte sind befugt, eine eigenständige Einschätzung der Risiken durch Lärm vorzunehmen und damit die behördliche Einschätzung nachzuvollziehen. Sie dürfen dazu auch Beweise erheben, können die gerichtliche Beweiserhebung zur Widerlegung des behördlichen Standpunktes aber von der konkreten Darlegung gesicherter Erkenntnisse von erheblichem wissenschaftlichen Gewicht abhängig machen, die anerkannte Stellen über eine unzureichende Schutzeignung der geltenden Grenzwerte gewonnen haben. Dementsprechend verlangt die Schutzpflicht aus Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG von den allgemein zuständigen Gerichten in einer solchen Situation der Ungewissheit keineswegs, nicht verifizierte, womöglich widersprüchliche Befunde zu bestätigen und so mit Hilfe des Prozessrechts ungesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Durchsetzung zu verhelfen. Eine solche Verteilung der Verantwortung zur Beurteilung komplexer, wissenschaftlich umstrittener Gefährdungslagen zwischen Verwaltung und Gerichten trägt auch den nach Funktion und Verfahrensweise unterschiedlichen Erkenntnismöglichkeiten beider Gewalten Rechnung.[612] Es liegt auf der Hand, dass die gerichtliche Beweiserhebung anlässlich eines konkreten Streitfalles die gebotene Gesamteinschätzung des komplexen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes nicht leisten kann. Eine kompetente eigenständige Risikobewertung durch die Gerichte kann erst erfolgen, wenn die Forschung so weit fortgeschritten ist, dass sich die Beurteilungsproblematik auf bestimmte Fragestellungen verengen lässt, welche anhand gesicherter Befunde von anerkannter wissenschaftlicher Seite geklärt werden können.

6.6.2.2 Umfang der Kontrollbefugnis im Abwägungsbereich

Behördliche Abwägungen, die in Zulassungsentscheidungen eingebettet sind, sind gerichtlich überprüfbar. Die Abwägungsgebote verleihen Betroffenen ein subjektives öffentliches Recht auf eine gerechte Abwägung, allerdings nicht objektiv, sondern allein im Hinblick auf die rechtlich geschützten eigenen Belange des jeweiligen Klägers (§ 42 Abs. 2 und § 113 Abs. 1 Satz 1 VwGO). Die Kontrolle hat sich auf den Abwägungsvorgang (die Einhaltung des „Abwägungsreglements“) und das Abwägungsergebnis zu erstre-

[543] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 8. Juli 1982 – 2 BvR 1187/80 –, BVerfGE 61, 82, 114 f.; Beschluss vom 17. April 1991 – 1 BvR 419/81, 1 BvR 213/83 –, BVerfGE 84, 34, 50; Beschluss vom 17. Juli 1996 – 2 BvF 2/93 –, BVerfGE 95, 1, 15 m.w.N.

cken. Fehler im Abwägungsvorgang sind auf ihre effektive Auswirkung auf das Abwägungsergebnis zu prüfen: Mängel bei der Abwägung der von dem Vorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange sind nur erheblich, wenn sie offensichtlich und auf das Abwägungsergebnis von Einfluss gewesen sind. Erhebliche Mängel bei der Abwägung oder eine Verletzung von Verfahrens- oder Formvorschriften führen nur dann zur Aufhebung des Planfeststellungsbeschlusses oder der Plangenehmigung, wenn sie nicht durch Planergänzung oder durch ein ergänzendes Verfahren behoben werden können (vgl. nur § 10 Abs. 8 LuftVG).

Der Funktionsvorbehalt, d.h. das Verbot, in den Kernbereich der einer Staatsgewalt zugewiesenen Aufgaben überzugreifen, bedingt ferner eine eingeschränkte gerichtliche Kontrolle „echter" behördlicher Abwägungsentscheidungen hinsichtlich des Abwägungsergebnisses. Das Gericht darf keinesfalls eine von ihm für besser gehaltene, eigene Abwägung an die Stelle derjenigen der Behörde setzen. Die gerichtliche Kontrolle bezieht sich demgemäß zunächst uneingeschränkt nur darauf, ob die Grundanforderungen der Abwägung (oben 6.1.5) erfüllt und ihre jeweiligen äußersten Grenzen (oben 6.4.5) nicht überschritten worden sind. Bei der Auslegung und Anwendung der Normen haben die Gerichte zu fragen, ob die Bedeutung und Tragweite der aus den Grundrechten abzuleitenden Schutzpflicht beachtet worden sind.[544] Gerichtliche Abwägungsspielräume bestehen daher grundsätzlich nicht. Eine Ausnahme gilt für lediglich „nachvollziehende" Abwägungen bei der Anwendung gesetzlicher Begriffe, wie sie bei der Bewertung der Zumutbarkeit vorzunehmen ist (oben 6.1.3.1 und 6.4.6). Solche Abwägungen unterliegen uneingeschränkter gerichtlicher Kontrolle.

6.6.2.3 Kontrolle der Entscheidungselemente der Abwägung

Die Rechtsprechung steht auf dem Standpunkt, dass die ersten beiden Elemente der Abwägung (Ermittlung und Einstellung von Belangen) als Anwendung unbestimmter Rechtsbegriffe und als Subsumtion zu begreifen ist, die der planenden Verwaltung keine Spielräume einräumen (Steinberg/Berg/Wickel 2000, § 3 Rn. 59 ff.). Eine Ausnahme gilt aber für eingestreute Einschätzungen und Prognosen, die nicht auf ihre „Richtigkeit", sondern im Wesentlichen nur daraufhin überprüft werden können, ob sie methodisch einwandfrei erarbeitet worden sind.[545] Auch die Wahrung der dritten Stufe, des Grundsatzes der Proportionalität der zu berücksichtigenden öffentlichen und privaten Belange (oben 6.1.5) ist der gerichtlichen Kontrolle zugänglich.[546] Jedoch sind die Gerichte darauf beschränkt zu prü-

[544] BVerfG, Kammerbeschluss vom 28. Februar 2002 – 1 BvR 1676/01 –, NJW 2002, 1638.
[545] Vgl. BVerwG, Urteil vom 6. Dezember 1985 – 4 C 59.82 –, BVerwGE 72, 282, 286.
[546] Vgl. BVerwG, Urteil vom 5. Dezember 1986 – 4 C 13.85 –, BVerwGE 75, 214, 253 f. = DVBl. 1987, 573, 588; ähnlich auch BVerwG, Urteil vom 22. März 1985 – 4 C 15.83 –, BVerwGE 71, 166, 172.

fen, ob die Behörde ihre Verantwortung erkannt und wahrgenommen hat und ob die Voraussetzungen gegeben waren, unter denen die Abwägung gelingen konnte. Innerhalb dessen ist die Behörde frei, eigene Einschätzungen zu entwickeln und Gewichtungen vorzunehmen.

6.6.2.4 Überprüfung der Anwendung einfachen Rechts durch das Bundesverfassungsgericht

Werden die fachgerichtliche Auslegung und Anwendung einfachgesetzlicher Regelungen mit einer Verfassungsbeschwerde angegriffen, so kann das Bundesverfassungsgericht lediglich überprüfen, ob die angegriffene Entscheidung Auslegungsfehler erkennen lässt, die auf einer grundsätzlich unrichtigen Anschauung von der Bedeutung eines Grundrechts, insbesondere vom Umfang seines Schutzbereichs, beruhen.[547] Denn das Bundesverfassungsgericht ist keineswegs eine „Superrevisionsinstanz", sondern ein auf das Verfassungsrecht konzentriertes Sondergericht – freilich ausgestattet mit weitestreichenden Missbilligungsbefugnissen gegenüber allen anderen Staatsorganen. Auf den Bereich der verfassungsgerichtlich nicht nachprüfbaren Anwendung einfachen Rechts beziehen sich auch Angriffe gegen die Ermittlung der tatsächlichen Beurteilungsgrundlage in den gerichtlichen Ausgangsverfahren. Das gilt auch für die – fachrechtlich überaus umstrittene – Forderung, die Lärmprognose müsse auf die höchstmögliche Auslastung der Anlage (den Worst-Case-Fall) abstellen, nicht auf die tatsächlich zu erwartende Verkehrsbelastung, ebenso für die Beanstandung, dass im Hinblick auf die tatsächlichen Verhältnisse eine erhöhte Lärmbelastung hätte in Rechnung gestellt werden müssen. Lässt die Behörde eine einfachgesetzliche Schutzregelung außer Acht, so kann darin eine verfassungsgerichtlich überprüfbare Verkennung der Bedeutung und der Tragweite des Grundrechts liegen, sodass die behördliche Entscheidung das geschützte Grundrecht selbst verletzt.[548]

---

[547] BVerfG, Kammerbeschluss vom 17. Februar 1997 – 1 BvR 1658/96 –, NJW 1997, 2509; Urteil vom 19. Oktober 1993 – 1 BvR 567/89 –, BVerfGE 89, 214, 230.

[548] Vgl. BVerfG, Beschluss vom 11. Oktober 1978 – 1 BvR 84/74 –, BVerfGE 49, 304, 319 f.; Beschluss vom 20. Dezember 1979 – 1 BvR 385/77 –, BVerfGE 53, 30, 60 ff.

G EU-Umgebungslärmrichtlinie

1 Europäischer Lärmschutz

Ein Ziel der Europäischen Gemeinschaft ist es, eine *„erhebliche Verringerung der Anzahl der Personen, die langfristig andauernden mittleren Lärmpegeln – insbesondere Verkehrslärm – ausgesetzt sind, die gemäß wissenschaftlichen Studien eine gesundheitsschädigende Wirkung haben...“* zu erreichen.[549] Den Versuch einer koordinierten Lärmschutzpolitik hat die Kommission mit einem Grünbuch zur künftigen Lärmschutzpolitik von 1996 unternommen.[550] Danach soll dem Lärmschutz in der Umweltpolitik der Europäischen Gemeinschaft künftig eine deutlich höhere Priorität zukommen. Eine bessere Koordinierung innerhalb der EG-Organe, die Entwicklung von gemeinsamen Lärmbewertungsverfahren und die Festlegung gemeinsamer Lärmbelastungsgrößen waren dazu neben einer verbesserten Öffentlichkeitsarbeit sowie weiterer Lärmreduzierung an der Quelle beabsichtigt. Inzwischen hat die Kommission in einem Weißbuch Ziele und Prioritäten der europäischen Verkehrspolitik bis 2010 skizziert.[551] Der Verkehr, vor allem der Flugverkehr, wo der höchste Anstieg erwartet wird, soll umweltverträglich wachsen. Lärm und Abgase sollen also nicht noch weiter zunehmen, sondern idealer Weise trotz eines Anstieges der Verkehrsbewegungen sogar abnehmen.

Die Regelungen der Europäischen Union zum Lärmschutz haben sich viele Jahre lang auf produktbezogene Standardisierung beschränkt. Hierzu sind etliche Richtlinien ergangen, zuletzt die sog. Outdoor-Richtlinie[552], die Emissionsstandards für Maschinen und Geräte definiert und eine Kennzeichnungspflicht einführt. Mit dem Grünbuch 1996 hat die EU-Kommission einen Paradigmenwechsel hin zu gebietsbezogenen Regelungen eingeleitet. Im Jahr 2002 wurde dann mit der Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm[553] (sog. Umgebungslärmrichtlinie) der

---

[549] Art. 7 Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft, ABl. 2002 L 242/1.

[550] KOM (1996) 540 endg.

[551] KOM (2001) 370 endg.

[552] Richtlinie 2000/14/EG über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen.

[553] Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, ABl. 2002, L 189/12.

Grundstein für ein EU-weit einheitliches Monitoring von Geräuschbelastungen und eine darauf aufbauende „Aktionsplanung" zur Lärmminderung gelegt. Mit dieser Richtlinie wird erstmals im europäischen Lärmschutzrecht ein umfassendes Konzept entwickelt, das vor allem die Lärmimmissionen berücksichtigt und eine umfassende Lärmerfassung und –verringerung anstrebt (Holm 2003, in: Natur und Recht (NuR) 2003, 144). Welche Auswirkungen nun die Umsetzung der Richtlinie für das deutsche Lärmschutzrecht hat – ob sich insbesondere die Belange des Lärmschutzes in der planerischen Abwägung verschieben – soll im Folgenden kurz dargestellt werden.

Die Umgebungslärmrichtlinie (UL-RL) ist als *„europäischer Ansatz eines Lärmmanagements"* (Holm 2003, in: Natur und Recht (NuR) 2003, 144) bezeichnet worden. Verwaltungsrechtlich gesprochen, ist sie ein Instrument der Lärmminderungsplanung, d.h. die Erfassung und Berücksichtigung der kommunalen Lärmbelastung erfolgt durch die zuständigen Behörden.

Hierbei handelt es sich – wenn man der Systematik des deutschen Immissionsschutzrechtes folgt – um gebietsbezogenen Lärmschutz. Gemäß Art. 2 UL-RL will die Richtlinie den Umgebungslärm bekämpfen, *„dem Menschen insbesondere in bebauten Gebieten, in öffentlichen Parks oder anderen ruhigen Gebieten eines Ballungsraums, in ruhigen Gebieten auf dem Land, in der Umgebung von Schulgebäuden, Krankenhäusern und anderen lärmempfindlichen Gebäuden und Gebieten ausgesetzt sind"*. Kennzeichnend für einen solchen Immissionsschutz ist es, dass er nicht an den Emissionsquellen ansetzt, also *„quellenunabhängig"*[554] ist. Sinn der Planerstellung ist nicht so sehr aufzuzeigen, woher die Immissionen stammen, sondern vielmehr, wie hoch die Immissionsbelastungen in einem bestimmten Gebiet sind.

[554] Jarass H D. (2002) BImSchG. 5. Auflage, Beck, München, § 44 Rn. 1.

2 Wesentliche Inhalte der UL-RL

Die Umgebungslärmrichtlinie setzt das seit 1996 schrittweise entwickelte europäische Konzept zur Lärmminderung teilweise um. Unter der Zielsetzung, schädliche Auswirkungen des Umgebungslärms zu verhindern, ihnen vorzubeugen bzw. sie zu vermindern[555], wird folgendes Konzept eingeführt[556]

- Ermittlung der Belastung durch Umgebungslärm anhand sogenannter strategischer Lärmkarten nach für die Mitgliedstaaten gemeinsamen Bewertungsmethoden,
- Sicherstellung der Information der Öffentlichkeit über Umgebungslärm und seine Auswirkungen,
- Annahme von Aktionsplänen durch die Mitgliedstaaten mit dem Ziel, den Umgebungslärm so weit erforderlich und insbesondere in Fällen, in denen das Ausmaß der Belastung gesundheitsschädliche Auswirkungen haben kann, zu verhindern und zu mindern und die Umweltqualität in den Fällen zu erhalten, in denen sie zufriedenstellend ist.

Ziel der Umgebungslärmrichtlinie ist damit neben der Lärmminderung vor allem eine umfassende und transparente Information der Öffentlichkeit über die Geräuschbelastung nach europaweit einheitlichen Kriterien. Die Art. 1–3 definieren Ziele, Anwendungsbereich und Begriffe der UL-RL. Art. 4–6 listen die Lärmbewertungsmethoden, ihre Anwendung sowie die Zuständigkeiten auf. Die materiell-rechtlichen Kernvorschriften befinden sich in den Art. 7–9 UL-RL. Die restlichen Vorschriften, Art. 10–16, enthalten Zeitvorgaben, Überprüfungs- und Mitteilungspflichten für Mitgliedsstaaten und für die Kommission sowie verfahrenstechnische Vorgaben.

Die UL-RL ist als Rahmenrichtlinie des europäischen Lärmschutzrechtes ausgestaltet.[557] Gemäß § 1 Abs. 2 UL-RL soll sie Grundlage für die Einführung von Gemeinschaftsmaßnahmen zur Lärmminderung bei den wichtigsten Lärmquellen – den Straßen- und Schienenfahrzeugen und –infrastruktureinrichtungen, Flugzeugen, Geräten, die für die Verwendung im Freien vorgesehen sind, Ausrüstung für die Industrie und ortsbewegli-

---

[555] Art. 1 Abs. 1 Umgebungslärmrichtlinie.
[556] Art. 1 Abs. 2 Umgebungslärmrichtlinie.
[557] Vgl. zum Inhalt Kloepfer M (2003) Umweltrecht. 3. Auflage, § 11 Rn. 30.

che Maschinen – sein. In einem zweiten Schritt tritt wieder der verkehrs- und damit quellenbezogene Immissionsschutz hinzu, so dass man von einem zweigleisigen Ansatz der UL-RL sprechen kann. Davor ist jedoch ein ebenfalls zweistufiges Vorgehen der Mitgliedstaaten notwendig. Ihnen wird aufgegeben, als erstes bis Mitte 2007 (bzw. bis Mitte 2012[558]) strategische Lärmkarten für Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen sowie für Ballungsräume aufzustellen. Für Deutschland bedeutet die Umsetzung, dass für alle Bundesautobahnen und mindestens die Hälfte aller Bundesstraßen strategische Lärmkarten erstellt werden müssen (Holm 2003, 144 ff).

Dabei werden in Anhang IV UL-RL Mindestanforderungen für die Aufstellung normiert – es bleibt also den Mitgliedsländern überlassen, gemäß dem Prinzip der optionalen Harmonisierung, weitere Daten und Werte in die Lärmkarten aufzunehmen. Sinn und Zweck der strategischen Lärmkarten ist es, umfassende Daten zu gewinnen, die als Informationsquelle sowohl für die Europäische Kommission als auch die Bürger im Sinne des Art. 9 dienen sollen. Zudem, und dies ist der zweite Schritt, dienen die Lärmkarten als notwendige Vorlage für die Erstellung von Aktionsplänen zur Bekämpfung des Umgebungslärms, Art. 8.

Im Gegensatz zur Lärmminderungsplanung nach deutschem Recht definiert die Umgebungslärmrichtlinie klare Bedingungen und Aufstellungsfristen. Auch die Ermittlungsverfahren und die darzustellenden Pegelkriterien (Lärmindizes) werden normiert. Die Aktionspläne sollen der „*Regelung von Lärmproblemen und Lärmauswirkungen, erforderlichenfalls einschließlich der Lärmminderung*“[559] dienen und sind bis Mitte 2008 (bzw. Mitte 2013[560]) von den Mitgliedstaaten auszuarbeiten. Die Aktionspläne sollen aus den strategischen Lärmkarten entwickelt werden und u.a. bereits vorhandene oder geplante Maßnahmen zur Lärmminderung sowie eine langfristige Strategie der nach nationalem Recht zuständigen Behörden zum Lärmschutz beinhalten. Wichtig ist, dass die UL-RL hier keinerlei Vorgaben macht, sondern dass die in den Aktionsplänen genannten Maßnahmen in das Ermessen der zuständigen Behörden gestellt sind.[561] Eine Pflicht besteht also nur zur Planung selber, die Bestimmung von Inhalt und Umfang lärmmindernder Regelungen (abgesehen von den Mindestvorgaben des Anhangs V) bleibt den Mitgliedstaaten überlassen.

---

[558] Zunächst sollen nur die besonders lärmintensive Gebiete, z.B. Hauptverkehrsstraßen mit über 6 Mio. Fahrzeugen pro Jahr, und mit fünfjähriger Verzögerung dann alle Gebiete im Sinne des Art. 3 UL-RL erfasst werden. Vgl. die Unterscheidung in Art. 7 UL-RL.

[559] Art. 3 Buchst. t.

[560] Die Unterscheidung wird ebenso wie bei Art. 7 zwischen den besonders lärmbetroffenen und den übrigen Gebieten getroffen.

[561] Art. 8 Abs. 1 S. 2.

Schließlich sieht die UL-RL eine weitreichende Beteiligung der Öffentlichkeit[562] vor, bei der sie umfassend durch die Verbreitung und Veröffentlichung von Lärmkarten und Aktionsplänen zu informieren ist. Die Mitgliedstaaten sorgen gleichzeitig dafür, dass die Öffentlichkeit zu Vorschlägen für Aktionspläne gehört wird, dass sie rechtzeitig und effektiv die Möglichkeit erhält, an der Ausarbeitung und der Überprüfung dieser mitzuwirken, dass die Ergebnisse der Mitwirkung berücksichtigt werden und dass die Öffentlichkeit über die getroffenen Entscheidungen unterrichtet wird, Art. 8 Abs. 7.

Die Umsetzung in den Mitgliedstaaten sollte bis zum 18. Juli 2004 erfolgen.

[562] Nach Art. 3 v) ist Öffentlichkeit „*eine oder mehrere natürliche oder juristische Personen sowie gemäß den nationalen Rechtsvorschriften oder Gepflogenheiten die Vereinigungen, Organisationen oder Gruppen dieser Personen*“.

3 Beurteilungskriterien und -methoden der Umgebungslärmrichtlinie

Ein Kerninhalt der Umgebungslärmrichtlinie sind verbindliche Regelungen zu den anzuwendenden Geräuschdeskriptoren (mit ‚Lärmindizes' in der Richtlinie eher unglücklich übersetzt), zu den Bewertungsmethoden, der Ausarbeitung der strategischen Lärmkarten und der Aktionspläne. Wesentliche Grundprämisse der Umgebungslärmrichtlinie ist es, durch Gemeinschaftsmaßnahmen ein europaweit einheitliches Verständnis der Lärmproblematik herzustellen. Zentraler Bestandteil der Richtlinie ist daher die Vorgabe, Lärmbelastungsdaten nach einheitlichen Deskriptoren (Pegelkriterien) und für definierte räumliche Situationen in den vorne erwähnten ‚strategischen Lärmkarten' vollständig zu erfassen, zusammenzustellen und an die EU-Kommission sowie die Öffentlichkeit zu melden. Um dies durchführbar zu machen, trifft die Richtlinie umfangreiche Grunddefinitionen zu den relevanten Quellen und den zu betrachtenden Auswirkungsbereichen[563], enthält gemeinsame Pegelkriterien (sog. Lärmindizes)[564] und vorläufige gemeinsame Bewertungsmethoden[565] sowie die Vorgabe, dass zur Bestimmung der Lärmauswirkungen Dosis-Wirkungsrelationen heranzuziehen sind.[566] Ein weiterer Schwerpunkt ist die Spezifikation der Berichtspflichten, die ein starkes Gewicht auf die Betroffenenzahlen und die Qualität der jeweiligen Betroffenheit legt und dabei z. T. sehr detaillierte Angaben fordert, z. B. die Differenzierung nach Einwohnern in Gebäuden, die mindestens eine ‚ruhige Fassade' haben und solche, die von allen Seiten beschallt werden.[567]

Besonders zu erwähnen ist das neue, über drei Tageszeiträume gewichtete Pegelkriterium (Lärmindex) Lden (gebildet aus den Mittelungspegeln in den Zeitphasen Tag, Abend und Nacht mit Höhergewichtung der Abend- und Nachtwerte) und die Harmonisierung der Berechnungsverfahren. Diese verzichten auf die in Deutschland beschrittenen ‚Sonderwege' bei der Bewertung einzelner Lärmarten[568], welche bisher einen Vergleich berechne-

---

[563] Art. 3 Umgebungslärmrichtlinie.
[564] Anhang I Umgebungslärmrichtlinie.
[565] Anhang II Umgebungslärmrichtlinie.
[566] Anhang III Umgebungslärmrichtlinie.
[567] Anhang VI, 1.5 Umgebungslärmrichtlinie.
[568] Zu nennen sind die mit dem Halbierungsparameter q=4 statt q=3 ermittelten Pegel nach Fluglärmschutzgesetz, der Schienenbonus nach 16. BImSchV, das Konzept der ‚lautesten Stunde' bei Nachtlärmbeurteilungen nach TA Lärm u. v. m.

ter Pegel unterschiedlicher Lärmarten stark erschweren. Die Lärmindizes dienen der Erstellung der Lärmkarten nach europaweit und schallquellenübergreifend gleichen Maßstäben. Das führt dazu, dass die nach Umgebungslärmrichtlinie ermittelten Lärmindizes untereinander dem Grunde nach vergleichbar werden, sich aber von den nach den eingeführten deutschen Berechnungsvorschriften ermittelten Werten z. T. recht deutlich unterscheiden[569]. Das liegt daran, dass in Deutschland bisher für die einzelnen Lärmarten jeweils unterschiedliche Indikatoren sowie unterschiedliche Immissionswerte festgelegt sind. Diese Vereinheitlichung der Geräuschermittlung und -beurteilung ist durchaus als Kernelement der Umgebungslärmrichtlinie zu erachten.[570]

Die Umgebungslärmrichtlinie zielt immissionsschutzfachlich auf ein dynamisches Verfahren zur Ermittlung der schädlichen Auswirkungen von Umgebungslärm auf den Menschen. Sie fokussiert die Betrachtung auf kollektive, nach den Kriterien ‚Belästigung' und ‚Schlafstörung' differenzierte Dosis-Wirkungsrelationen und Betroffenenzahlen. Dahinter steht die Erkenntnis, dass sich Schwellenwerte für die Lärmbelastung fachwissenschaftlich nur schwer fundieren lassen, da die Reaktionen der Menschen auf Lärm sehr unterschiedlich sind und sich – unterhalb einer gehörschädigenden Belastung – bislang nur in großen Gruppen statistisch abgesichert erfassen lassen.[571] Die dabei auftretenden Standardabweichungen sind allerdings sehr hoch. Es ist durchaus folgerichtig, Dosis-Wirkungsrelationen auf Kollektivebene anzuwenden und damit ein deutlich flexibleres und fachlich aussagefähigeres Beurteilungsverfahren zu normieren als ein starres Richt- oder Grenzwertsystem, bei dem bestimmten, z. T. räumlich differenzierten, Pegelkriterien standardisierte Wirkungen zugeordnet werden. In einigen europäischen Ländern, insbesondere in den Niederlanden, werden die beschriebenen Betroffenheitsermittlungen mit Dosis-Wirkungsrelationen schon seit einigen Jahren angewandt. Bezogen auf die in Deutschland eingeführten Beurteilungsvorschriften stellen sie jedoch einen Paradigmenwechsel und weitgehendes Neuland dar. Zwar wurde auch in Deutschland, vor allem in der Lärmminderungsplanung und bei vergleichenden Betrachtungen in Raumordnungsverfahren, immer wieder versucht, Betroffenenzahlen einzubeziehen. Dies erfolgte allerdings ohne gesicherte fachliche und rechtliche

---

[569] Diese Unterschiede setzen auf allen Ebenen der Bewertung an, d. h. vom Emissions- über das Ausbreitungsmodell bis hin zu den zu betrachtenden Beurteilungszeiten und Tageszeitraum-Aggregationen. Da die Modelle der eingeführten deutschen Berechnungs- und Beurteilungsvorschriften sich in diesen Bereichen deutlich unterscheiden, treten unterschiedlich große Differenzen auf.

[570] so Holm, Bernhard: Die Bedeutung der EU-Umgebungslärmrichtlinie für die Bundesfernstraßen, NuR 2003, 144 ff.

[571] Dazu und zu den damit verbundenen Folgen für die Setzung von Grenzwerten vgl. Fickert, H C (2004) Die Umgebungslärmrichtlinie der EU und ihre Umsetzung in deutsches Recht. In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBl) 2004, 1253, 1257.

Grundlagen und nach stark differierenden, oftmals an Richt- oder Grenzwerten orientierten Methoden.

Eine Analyse der für die Ermittlungsverfahren maßgeblichen Anhänge der Umgebungslärmrichtlinie zeigt allerdings, dass mit Ausnahme der durch Rechenvorschriften abschließend definierten Lärmindizes Lden und Lnight wesentliche Bewertungsgrundlagen noch fehlen oder noch nicht in endgültiger Form vorliegen. So ist die als Kernbestandteil der Umgebungslärmrichtlinie angekündigte Harmonisierung der Berechnungsverfahren für die einzelnen Geräuscharten noch nicht erfolgt. Auch die für die Betroffenheitsermittlung notwendigen Dosis-Wirkungsrelationen liegen noch nicht vor. Zu beiden Bereichen sind mehrere Arbeitsgruppen der Kommission noch aktiv. Es ist nicht erkennbar, wann sie zum endgültigen Abschluss kommen werden.[572]

Für die Berechnungsverfahren gelten derzeit Interimsregelungen, für die durch die Kommission orientierende Leitlinien herausgegeben wurden.[573] Die dort empfohlenen Berechnungsverfahren weichen von den in Deutschland eingeführten[574] ab. Es ist auch nicht zu erwarten, dass die endgültigen Berechnungsverfahren dem deutschen Regelwerk folgen werden. Zu den Dosis-Wirkungsrelationen wurde durch die Arbeitsgruppe der Kommission bereits im Februar 2002 ein erstes Positionspapier vorgelegt.[575] Dessen Ergebnisse sind jedoch (noch) nicht Bestandteil der Richtlinie geworden. Vielmehr weist die Umgebungslärmrichtlinie hier eine Fehlstelle auf, die erst durch eine spätere, zeitlich nicht spezifizierte Änderung geschlossen werden soll.[576] Dadurch ist die Umgebungslärmrichtlinie auch zwei Jahre nach ihrem Inkrafttreten und nach Verstreichen der Umsetzungsfrist für die nationalen Gesetzgeber noch fachlich unvollständig. In der Konsequenz können die in erheblicher Zahl bis zum 30. Juni 2007 vorzulegenden strategischen Lärmkarten bislang nur unvollständig, nämlich auf Basis vorläufiger Berechnungsmethoden und ohne Quantifizierung von Betroffenenzahlen, erarbeitet werden.

---

572 Für den zentralen Bereich der Harmonisierung der Berechnungsmodelle ist das sog. Harmonoise-Projekt unter niederländischer Führung verantwortlich, das Ende Oktober 2004 vorläufig abgeschlossen wurde.

573 Empfehlung der Kommission 2003/613/EG vom 6. August 2003 über Leitlinien für die geänderten vorläufigen Berechnungsmethoden für Industrie-, Flug-, Straßenverkehrs- und Eisenbahnlärm und diesbezügliche Emissionsdaten (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 2807).

574 Für den Straßenverkehr wird das französische Berechnungsverfahren NMPB-Routes 96, für den Schienenverkehr das niederländische Berechnungsverfahren RMR 96, für den Luftverkehr das internationale Berechnungsverfahren ECAC.CEAC Doc. 29 und für den Bereich Industrie und Gewerbe die internationale Norm ISO 9613-2. Diese Verfahren sind durch die EU-Leitlinie jeweils an die Anforderungen der Umgebungslärmrichtlinie angepasst worden.

575 EU-working-group 2 (Dose/Effect), Position Paper on Dose-Response-Relationships between Transportation Noise and Annoyance, Luxembourg 2002.

576 Anh. III S. 2 der Umgebungslärmrichtlinie.

4 Auswirkungen der UL-RL auf das bestehende Lärmschutzrecht

Seit 1990 besteht aufgrund des § 47a BImSchG, der durch eine Musterverwaltungsvorschrift (Muster-VV) des Länderausschusses für Immissionsschutz konkretisiert worden ist, unter bestimmten Voraussetzungen die Pflicht, bestehende oder zu erwartende schädliche Lärmbelastungen zu erfassen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt festzustellen.[577] Die Umsetzung erfolgt durch die Gemeinden oder sonstigen nach Landesrecht zuständigen Behörden anhand der Aufstellung von Lärmkarten (sog. Schallimmissionsplänen oder Lärmkatastern) und darauf aufbauenden Lärmminderungsplänen. § 47a BImSchG ist die zentrale und einzige Vorschrift einer umfassenden Lärmminderungsplanung im geltenden deutschen Immissionsschutzrecht. Es gibt damit also schon in Teilen einen Ansatz zum gebietsbezogenen und lärmquellenübergreifenden Immissionsschutz, wie ihn die UL-RL vorschreibt.

Dennoch haben es die Vorgaben der Umgebungslärmrichtlinie erforderlich gemacht, dass Regelungen über die Lärmminderungsplanung erheblich erweitert und den Vorgaben angepasst werden müssen. Es bestehen grundsätzliche Regelungsunterschiede zwischen dem Ansatz des BImSchG und der UL-RL. Bislang waren die Gemeinden nur dann zur Aufstellung von Lärmminderungsplänen verpflichtet, wenn nach einer Vorprüfung bestehende oder zu erwartende schädliche und nicht nur vorübergehende Lärmbelastungen im Sinne des § 47a Abs. 2 S. 1 BImSchG festgestellt worden waren. Mit der UL-RL wird die Aufstellung für die dort genannten Gebiete zur Pflicht. Hinzu tritt die Tatsache, dass derzeit Lärmminderungspläne vornehmlich für Wohngebiete vorgesehen sind. Die UL-RL sieht hier eine beträchtliche Erweiterung vor, indem nun auch Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen (die bislang überhaupt nicht unter das BImSchG fallen) sowie *„ruhige Gebiete“*[578] von der Planungspflicht

---

[577] Vgl. zu § 47 BImSchG auch Abschnitt 6.5.2.1.2.; einen Vergleich zwischen der Umgebungslärmrichtlinie und den bestehenden Regelungen gibt Schmidt A (2002) Weiterentwicklung der Lärmminderungsplanung. In: Umwelt- und Planungsrecht (UPR) 2002, 327.

[578] Darunter fallen solche Gebiete eines Ballungsraumes, in dem ein von den Behörden festgelegter Lärmindex für sämtliche Schallquellen nicht überschritten wird, Art. 3 Buchst. l). Auch ruhige Gebiete auf dem Land, die keinem Verkehrs-, Industrie- und Gewerbe- oder Freizeitlärm ausgesetzt sind, zählen dazu, Art. 3 Buchst. m).

erfasst werden. Der Schutz solcher Gebiete ist bislang nicht durch das BImSchG geregelt.

Von Bedeutung für die künftige Abwägung der planenden Behörde wird der erweiterte Regelungsansatz der UL-RL sein. Es geht hier nicht um eine konditionale Rechtsetzung (nach dem Schema: wenn – dann) und einen korrespondierenden Gesetzesvollzug in der Weise, dass bei Übertretung gewisser Grenzwerte der Lärmverursacher zu bestimmten Verhaltensweisen verpflichtet wird. Vielmehr bezweckt die UL-RL ein finales Lärmschutz- und Lärmminderungsprogramm, das zu einer Verbesserung der Belastungssituation insgesamt führen soll. Es soll eine umfassende Lärmminderung und –vorsorge durch die zuständigen Behörden erfolgen. Lärm – und das ist eine wesentliche Änderung im Vergleich zum geltenden deutschen Immissionsschutzrecht – ist schon dann zu verhindern, ihm vorzubeugen oder zu vermindern, wenn er „*unerwünscht*“[579] ist. Es sollen folglich bereits Belästigungen unterhalb der Schwelle schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräusche, wie sie bislang in § 3 Abs. 1 BImSchG vorgesehen ist, bekämpft werden. Dieser weit gefasste Begriff des Umgebungslärms bringt zum einen eine erhebliche Verbesserung des Lärmschutzes, zum anderen stellt er große Anforderungen sowohl an den Gesetz- und Verordnungsgeber als auch an die ausführenden Behörden.

Neben diesen grundsätzlichen Unterschieden machen vor allem die Vorschriften zur garantierten Beteiligung der Öffentlichkeit, zur vorgeschriebenen periodischen Überprüfung von strategischen Lärmkarten und Aktionsplänen (sog. Monitoring) und die Verpflichtung zur Angabe der Anzahl der lärmbetroffenen Bewohner eines Gebietes eine Änderung des deutschen Immissionsschutzrechtes erforderlich. Insbesondere die letzte Vorgabe wird zu erheblichen Kosten und Aufwand für die zuständigen Behörden führen, da es bislang an einer Erhebung der Betroffenenzahlen fehlt. Nach § 47a BImSchG in Verbindung mit der Muster-VV sind solche Angaben für die Aufstellung eines Lärmminderungsplans nicht vorgeschrieben. Dies ist bezeichnend für das deutsche Lärmschutzrecht, das in der Regel nur eine segmentive Betrachtung der Emissionsquellen vornimmt, anstelle einer umfassenden Analyse unter Berücksichtigung der Anzahl der Lärmbetroffenen. Nach der UL-RL müssen die Gemeinden nun ermitteln (vorgeschrieben ist eine Schätzung auf die nächste Hunderterstelle gerundet, gem. Anhang VI UL-RL), wie viele Menschen in den Ballungsräumen, an Hauptverkehrswegen und an Großflughäfen in Gebäuden wohnen und einer bestimmten Lärmbelastung ausgesetzt sind. Dabei müssen die Angaben für die unterschiedlichen Emissionsquellen (Straßenverkehrs-, Eisenbahnverkehrs-, Fluglärm sowie Industrie- und Gewerbelärm) getrennt erfolgen.

---

[579] So die Definition in Art. 3 lit. a).

5 Umsetzung im deutschen Immissionsschutzrecht

Mit einem Jahr Verzögerung ist die UL-RL Mitte 2005 in das deutsche Recht umgesetzt worden.[580] Der ursprünglich vorgelegte Referentenentwurf der Bundesregierung[581] konnte sich nicht durchsetzen, da der Bundesrat aufgrund der weit über die Erfordernisse der UL-RL gehenden Regelungen seine Zustimmung verweigerte.[582] Die Umsetzung erfolgt durch eine Änderung des BImSchG unter Einfügung von sechs neuen Paragraphen nach § 47 BImSchG (§ 47a–47f).

Die Verankerung im BImSchG stellt aufgrund des Fristendrucks die praktikabelste, wenn auch die am wenigsten weitreichende Lösung dar.[583] Verpasst wurde die Chance einer umfassenden, einheitlichen Regelung des Verkehrs- und damit auch des Umgebungslärms. Dabei werden die wesentlichen Regelungen, wie die Pflicht zur Lärmkartierung (§ 47c) und Aufstellung von Lärmaktionsplänen (§ 47d), zur Datenerhebung und zum Datenaustausch (§ 47c) oder auch die Regelung der Zuständigkeit und Beteiligung der Behörden (§§ 47c Abs. 6, 47d Abs. 6), im BImSchG selbst geregelt. Die aufgrund der UL-RL erforderliche Beteiligung und Information der Öffentlichkeit bei der Aufstellung der Lärmaktionspläne wird in § 47d geregelt. Wie bei den meisten Bestimmungen des Gesetzes hat sich hier der Gesetzgeber auf eine wortgleiche Übernahme der Regelung der UL-RL beschränkt und die Bestimmung des Verfahrens einer zu erlassenden Rechtsverordnung vorbehalten (§ 47f Abs. 1 Nr. 3). In Übereinstimmung mit den Vorgaben des Art. 8 Abs. 7 UL-RL werden keine subjektiven Rechte normiert, sondern der Einfluss der Öffentlichkeit beschränkt sich auf die Gelegenheit zur Äußerung und Mitwirkung an der Ausarbeitung und der Überprüfung der Lärmaktionspläne. Die Ergebnisse der Mitwirkung müssen

---

580 Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 16. Juli 2005, BT-Drs. 15/5734.

581 http://www.bmu.de/de/1024/js/download/b_gesetzentwurf_umgebungslaerm/

582 Vgl. dazu Stellungsnahme des Bundesrates vom 24.09.2004 BR-Drs. 610/04.

583 Alternativ ist die jeweilige Änderung der einschlägigen Immissionsschutzregelungen für die verschiedenen Lärmemittenten, z.B. des FStrG und des LuftVG, oder die Schaffung eines eigenen Lärmschutzgesetzes erwägt worden. Vgl. auch Hansmann, K (2005) Straffung und Vereinfachung des Immissionsschutzrechts. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ) 2005, 624, 625 f., Scheidler A (2005) Die Lärmminderungsplanung im Gesetzesentwurf zur Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie. In: Umwelt- und Planungsrecht (UPR) 2005, 247 f.

durch die Behörde berücksichtigt werden (§ 47c Abs. 3 S. 2), was aber nicht gleichbedeutend mit einer Pflicht zu ihrer Umsetzung ist. Der Referentenentwurf der Bundesregierung hatte hier detaillierte Regelung für ein mehrstufiges Verfahren vorgesehen, das sich an den bewährten Beteiligungsregelungen des Baugesetzbuches (§ 3 BauGB) orientierte. Auf diese Weise sollte eine umfassende Beteiligung unter aktiver Einbringung eigener, kreativer Planvorstellungen der Bürger gewährleistet werden.[584] Änderungswünsche sollten dann an einem *„Runden Tisch"* in einem Gespräch in der Sache mit der zuständigen Behörde besprochen werden. Freilich waren die *„äußerst komplexen und aufwändigen"* Regelung der Öffentlichkeitsbeteiligung ein Grund für die Ablehnung durch den Bundesrat; die Länder lehnten den zusätzlichen Verwaltungsaufwand und die entstehenden Kosten strikt ab.[585]

Die mehr technischen Vorgaben der Richtlinie, insbesondere ihre Begriffsbestimmungen, Vollzugsfristen und methodischen Anhänge, sollen durch Rechtsverordnungen der Bundesregierung mit Zustimmung des Bundesrates umgesetzt werden (§ 47f).[586] Die bereits bestehende Regelung des § 47a BImSchG (Pflicht der Gemeinde zur Feststellung von Geräuschen und deren Wirkungen in lärmbelasteten Gebieten sowie zur Aufstellung von Lärmminderungsplänen für Wohngebiete und anderer schützenswürdiger Gebiete) ist ersatzlos weggefallen.

---

[584] S. 37 des Entwurfes.

[585] Stellungsnahme des Bundesrates vom 24.09.2004, BR-Drs. 610/04, S. 13.

[586] Kritisch dazu Deutscher Arbeitsring zur Lärmbekämpfung e.V. (DAL 2004) Gedanken zum Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. In: Lärm-Report, Heft 3, S. 2 sowie Stellungsnahme des Arbeitskreises für Umweltrecht (AKUR) (2005). In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ) 2005, 64.

6 Bewertung und Kritik der Umsetzung

Das im Vermittlungsausschuss entworfene Umsetzungsgesetz beschränkt sich scheinbar auf eine eins-zu-eins Umsetzung der UL-RL. Es ist deutlich kürzer, prägnanter, aber auch inhaltlich offener als der Referentenentwurf, der wegen seiner weitergehenden Regelungen auf den Widerstand des Bundesrates und der Länder getroffen war.[587] Ob diese – bei der Umsetzung von EG-Recht durch den deutschen Gesetzgeber so oft anzutreffende – Art der Umsetzung der Rechtsanwendung und der Rechtssetzung wirklich dienlich ist, ist fraglich. Durch die in weiten Teilen erfolgte wortwörtliche Übernahme der Bestimmungen der UL-RL[588] werden Begriffe eingeführt, die dem deutschen Immissionsschutz- und Planungsrecht fremd sind und zu Schwierigkeiten beim Gesetzesvollzug führen werden.[589] Ebenso ist es nicht verständlich, wenn beispielsweise der Begriff „Lärmindex" aus der UL-RL übernommen wird, obwohl im deutschen Lärmschutzrecht der Terminus „Beurteilungspegel" seit langem geläufig ist und ohne weiteres nutzbar wäre.[590] Mit der Umsetzung der UL-RL entfällt die bisher nach § 47a BImSchG bestehende Pflicht zur Aufstellung von Lärmminderungsplänen für Wohngebiete und andere schutzwürdige Gebiete, die nicht in einem Ballungsraum oder an einer Hauptverkehrsstrecke liegen.[591] Auch wenn bei dieser Norm bislang ein erhebliches Vollzugsdefizit bestand, rechtfertigt dies nicht ihre vollständige Streichung im Zuge der Umsetzung der UL-RL. Gebiete, vor allem Wohngebiete, die nicht in einem Ballungsraum liegen oder ein ruhiges Gebiet auf dem Land darstellen, sind damit nicht mehr von der Lärmminderungsplanung erfasst. In diesen Kontext passt es, dass der

---

587 Der ein negatives Beispiel für die Kodifikation europarechtlicher Umweltschutzvorgaben war, vgl. dazu Hansmann K (2005) Straffung und Vereinfachung des Immissionsschutzrechts. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ) 2005, 624.

588 z.B. §47a und Art. 2 UL-RL oder §47c und Art. 7 UL-RL.

589 Wie fügt sich beispielsweise der Begriff „Gelände für industrielle Tätigkeiten" (§ 47b Nr. 1) in das deutsche Recht ein?

590 Ähnlich Fickert, H C (2004) Die Umgebungslärmrichtlinie der EU und ihre Umsetzung in deutsches Recht. In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBl) 2004, 1253, 1257.

591 Auch in diesem Punkt hat sich der Bundesrat durchgesetzt und sieht in der Streichung einen maßvollen Beitrag zur Deregulierung, um aus fachlichen und Kostengründen die Ressourcen der Gemeinden auf die nach der UL-RL erforderlichen Lärmminderungsplanung konzentrieren zu können. Vgl. die Begründung in der Stellungsnahme des Bundesrates zum Regierungsentwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der UL-RL, BR-Drs. 610/04, S. 7.

durch das Gesetz neu eingefügte Teil des BImSchG zwar mit „Lärmminderungsplanung“ überschrieben worden ist, seine planungsrechtlichen Bestimmungen aber hinter den Vorgaben der UL-RL bislang zurückbleiben. Beispielsweise bestimmt Art. 8 Abs. 1 UL-RL, dass die Aktionspläne auch Maßnahmen zur Lärmminderung enthalten sollten. Dagegen begnügt sich § 47d Abs. 1 mit der Feststellung, dass solche Pläne Lärmprobleme und Lärmauswirkungen regeln sollten. Eine Pflicht zur Lärmverringerung ist hier nicht – jedenfalls nicht explizit – enthalten, so dass eine solche in den zu erlassenden Rechtsverordnungen statuiert werden sollte.[592] Die noch gegen den Referentenentwurf vorgebrachten kompetenzrechtlichen Bedenken bestehen dagegen wohl nicht mehr, indem § 47e den Aufgabenvollzug mit Ausnahme der Lärmkartierung von Schienenwegen der Deutschen Bahn (hier ist das Eisenbahn-Bundesamt zuständig) den Ländern überlässt.[593]

Es zeichnet sich ab, dass durch die einzuhaltenden Fristen zunächst ein Schub bei der Erstellung von Immissionsplänen erfolgen wird; bis spätestens 2012 werden diese für praktisch alle aus Lärmschutzgesichtspunkten problematischen Gebiete flächendeckend vorliegen müssen. Dadurch wird sich auch eine deutlich verbreiterte Kenntnis der jeweiligen Geräuschverhältnisse ergeben, zumal die Daten durch die normierten Verfahren voll vergleichbar sein werden. Ob sich die Umgebungslärmrichtlinie bei der Um- und Durchsetzung von Maßnahmen als erfolgreicher erweisen wird als die bisherige Lärmminderungsplanung, bleibt abzuwarten. Möglich ist auch, dass die EU – sollten sich die nationalen Regelungen als ineffizient erweisen – eigene Grenzwertsysteme erlässt und daraus Handlungszwänge für Anlagenbetreiber und Planungsträger auslöst. Bei den Luftverunreinigungen[594] ist dies bereits erfolgt. Die analog zur Umgebungslärmrichtlinie aufgebaute Luftreinhalterichtlinie ist durch Tochterrichtlinien mit konkreten Grenzwertregelungen für bestimmte Stoffe und Gebiete ergänzt worden.

Es ist absehbar, dass von der Umgebungslärmrichtlinie kurzfristig ein erheblicher Druck auf die in Deutschland eingeführten Regelwerke zur Geräuschbeurteilung und -regulierung ausgehen wird. Es ist unwahrscheinlich, dass deren uneinheitliche Beurteilungsmethoden und -kriterien gegen die einheitliche EU-Methodik lange Bestand haben werden. In der Zwischenzeit wird damit umzugehen sein, dass parallel nach EU-Kriterien und deutschem Regelwerk ermittelt wird – mit unterschiedlichen, nicht vergleichbaren Ergebnissen und erheblichem Erläuterungsbedarf gegenüber der Öffentlichkeit.

---

[592] Deutlich vorteilhafter für den Lärmschutz noch § 47f des Referentenentwurfs: „Die Lärmminderungsplanung nach § 47e soll vor allem das Ziel verfolgen, die Belastung der Bevölkerung durch Umgebungslärm so weit zu senken, dass 1. kurzfristig Gefährdungen für die Gesundheit und 2. langfristig erhebliche Belästigungen vermieden werden.“

[593] Zu den Bedenken vgl. Stellungsnahme des Arbeitskreises für Umweltrecht (AKUR) (2005). In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ) 2005, 64.

[594] Richtlinie 1996/62/EG mit den Tochterrichtlinien 1999/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG.

7 Abwägung in der Lärmminderungsplanung

Insgesamt ist festzustellen, dass die UL-RL am Vorsorgeprinzip orientiert ist, wobei die konkrete Art und Weise der Lärmminderung den Mitgliedsstaaten überlassen wird. Eine Pflicht besteht nur zur Aufstellung von Lärmkarten und, darauf aufbauend, Aktionsplänen. Es bleibt dem Ermessen – und damit der Abwägung – der zuständigen Behörde überlassen, welche Maßnahmen ergriffen werden und ob diese für das ganze erfasste Gebiet oder nur für Teilbereiche gelten. Die Richtlinie beabsichtigt eben nicht eine europarechtliche Harmonisierung bestehender und zukünftiger nationaler Regelungen der Lärmbekämpfung. Vereinheitlicht werden zunächst lediglich die Bewertungsgrundlagen und die Bewertungsmethoden zur Ermittlung der Lärmbelastung mit der Einführung von Lärmindizes nach den Kriterien der Art. 5 und 6 iVm Anhang I und II UL-RL. Die Festsetzung von Immissionsgrenzwerten ist nach wie vor eine Angelegenheit der Mitgliedstaaten. Erst in einem zweiten Schritt und unter der Voraussetzung, dass die Vorarbeiten von den Mitgliedsländern den Anforderungen gemäß vollbracht sind, werden möglicherweise Gemeinschaftsmaßnahmen zur Lärmreduzierung an der Quelle folgen.

Der Lärmschutz erfährt jedoch durch die Vorgaben der UL-RL eine weitere Aufwertung. Dies gilt nicht so sehr für die fachplanungsrechtliche Abwägung. Hier bleibt es bei dem Berücksichtigungsgebot von Lärmminderungsplänen z.B. bei der Bauleitplanung, §§ 1 Abs. 7 iVm Abs. 6 Nr. 7g) BauGB. Die lärmschützenden Planungsfestlegungen in den Lärmminderungsplänen sind als konkurrierender integrierter Umweltschutzbelang bei der Abwägung zu berücksichtigen. Es geht um keinen Vorrang der lärmmindernden Planung, sondern um eine Berücksichtigung ihrer Schutzbedürftigkeit. Die UL-RL wird aber, trotz Wegfalls des § 47a BImSchG dazu führen, dass zukünftig mehr Gebiete durch die Lärmminderungsplanung erfasst werden müssen und die Erheblichkeitsschwelle für Lärmbelästigungen, die planungsrechtlich zu berücksichtigen sind, weiter sinkt. Wichtig ist auch die Pflicht zur Öffentlichkeitsbeteiligung. Bislang sind Lärmanalysen von den Gemeinden zum Teil unter Verschluss gehalten worden, weil Lärmsanierung und Lärmvorsorge teuer ist (Schmidt 2002) Weiterentwicklung der Lärmminderungsplanung. In: Umweltrecht und Planung (UPR) 2002, 327). Mit der Umsetzung der UL-RL ist zu erwarten, dass es durch den Druck der nun informierten Öffentlichkeit auch dort zur Umsetzung lärmschützender Maßnahmen kommen wird, wo der Umgebungslärm eine zu starke Belastung darstellt und ein Verwaltungshandeln bislang unterblieben ist.

Literaturverzeichnis

Aberle G (2000) Transportwirtschaft. 3. Aufl., Oldenbourg, München/Wien

ACARE (2002) Strategic Research Agenda. Vol 1 and 2, Advisory Council for Aeronautics Research in Europe. Oct 2002

Airbus (2000) Global market forecast 2000–2019. Toulouse

Airbus (2003) Global market forecast 2003–2022. Toulouse

Alexandre A (1976) On assessment of certain causal models used in surveys on aircraft noise annoyance. Journal of Sound and Vibration 44:119–125

Ando Y (1988) Effects of daily noise on fetuses and cerebral hemisphere specialization in children. J Sound Vib 127:411–417

Babisch W (1998) Epidemiological studies of the cardiovascular effects of occupational noise – a critical appraisal. Noise & Health 1:24–39

Babisch W, Ising H, Gallacher JEJ, Sweetnam PM, Elwood PC (1999) Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase-10-year follow up. Arch Environ Health 54:210–216

Babisch W (2000) Traffic noise and cardiovascular disease. Epidemiological review and synthesis. Noise & Health 8:9–32

Babisch W, Fromme H, Beyer A, Ising H (2001) Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to road traffic noise. The role of stress hormones in noise research. Environment International 26:131–135

Baddeley A (1998) Human memory. Theory and practice. Allyn and Bacon, Boston

Baekeland F, Hoy P (1971) Reported vs recorded sleep characteristics. Arch Gen Psychiatry 24:548–551

Banbury SP, Jones DM, Berry DC (1998) Extending the irrelevant sound effect: the effects of extraneous sound on performance in the office and on the flight deck. In: Carter N, Job RFS (eds) Noise Effects ,98. 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Sydney, Australia, Nov 22-26, 1998. Noise Effects '98 Pty. Sydney, Vol 1, pp 381–384

Basner M, Buess H, Elmenhorst D, Gerlich A, Luks N, Maaß H, Mawet L, Müller EW, Müller U, Plath G, Quehl J, Samel A, Schulze M, Vejvoda M, Wenzel J (2004) Nachtflugwirkungen. Band 1, Zusammenfassung www.dlr.de/me/institut/abteilungen/flugphysiologie/fluglärm/fb2004-07-d.pdf

Basner M, Isermann U, Samel A (2005) Die Umsetzung der DLR-Studie in einer nachtmedizinischen Beurteilung für ein Nachtschutzkonzept. ZfL 52:109–123

Bateman I et al. (1999) Environmental Impact Assessment, cost benefit analysis and the valuation of environmental impacts. In: Judith Petts (ed) Handbook of Environmental Impact assessment – Vol 1 – Environmental impact assessment: process, methods and potential. Oxford, pp 93–120

Bateman I et al. (2001) The Effect of Road Traffic on Residential Property Values: A Literature Review and Hedonic Pricing Study (http://www.scotland.gov.uk/library3/housing/ertpv.pdf)

Beckenbauer T et al. (2001) Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch. Forschungsbericht Nr. 03.293/1995/MRB, im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Juni 2001

Berglund B, Berglund U, Lindvall T (1981) Loudness (or annoyance). Summation of combined community noises. In: The journal of the Acoustical Society of America 70(6):1628–1633

Berglund B, Lindvall T (eds) (1995) Community Noise. Archives of the Center for Sensory Research. Vol 2, Issue 1. Stockholm University and Karolinska Institute

Berglund B, Lindvall T, Schwela DH (1999) Guidelines for Community Noise. WHO, Geneva

Berkemann J (2000) Immissionsschutz an der Quelle. In: Koch H-J (Hrsg) Rechtliche Instrumente einer dauerhaften umweltgerechten Verkehrspolitik. Nomos, Baden-Baden

Berkemann J (2002) Fluglärm – Offene, aber zu lösende Rechtsfragen. In: Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)

Berkemann J (2002) Festlegung von Fluglärm und Flughafenplanung. In: Ziekow J (Hrsg) Flughafenplanung, Planfeststellungsverfahren, Anforderungen an die Planungsentscheidung. Duncker & Humblot, Berlin

Bisping R (2005) Aircraft target sound design. Proceedings of the 12th ICSV (paper 740). Lisbon

BMVBW (2000) Entwurf des Flughafenkonzepts v. 30. Aug 2000

Boeing (2003) Current market outlook 2003/2004, commercial airplanes. The Boeing Company

Boeing (2004) Frontiers Online April 2004 oder Aerospace Testing International. June 2004, ISSN, pp 1478–2724

Bögli H et al. (1998) Lärmbekämpfung erspart hohe volkswirtschaftliche Kosten. Umweltschutz 4/1998. BUWAL, Bern

Böhm M (1996) Der Normmensch. Mohr Siebeck, Tübingen

Bolte/Mielck (2004) (Hrsg) Umweltgerechtigkeit. Die soziale Verteilung von Umweltbelastungen. Weinheim

Bomann E (2003) Irrelevant speech, attention and memory in pupils. In: De Jong RG, Houtgast T, Franssen EAM, Hofmann WF (eds) Proceedings of the 8th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Schiedam: Foundation ICBEN, pp 154–158

Bosshardt HG (1988) Subjektive Realität und konzeptuelles Wissen. Sprachpsychologische Untersuchungen zum Begriff der Belästigung durch Lärm. Arbeiten zur sozialwissenschaftlichen Psychologie. Münster

Broadbent DE (1979) Human performance in noise. In: Harris C (ed) Handbook of noise control. McGraw-Hill, New York

Bröer C, Wirth K (2004) Mehr Belästigung bei gleichem Pegel. Wieso Flugzeuggeräusche heute möglicherweise lästiger sind als vor 40 Jahren. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 51, 4:118–121

Bronzaft AL (1981) The effect of noise abatement program in reading ability. J Environmental Psychology 1:215–222

Brohm W (2002) Öffentliches Baurecht, 3. Aufl.

Brüel/Kjær (2000) Umweltlärm. Sound & Vibration Measurements A/S, Bremen

Bryant B (ed) (1995) Environmental justice: issues, policies, and solutions. Washington D.C.

Bugarcic H, Lipinski K (1982) Laboruntersuchungen zur werkstoffseitigen Unterdrückung der geräuschbildenden stick-slip-Bewegungen zwischen Rad und Schiene: BMFT-Forschungsbericht 4 der TU-Berlin, Institut für Fahrzeugtechnik, Jan 1982

Bucher F (2002) The Contact Between Micro-Rough Rails and Wheels. Logos, Berlin

Bühler S (2003) Geräuschmessungen von in Betrieb stehenden Eisenbahngüterwagen – Abschlussbericht BUWAL. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Nov 2003

Bullard RD (ed) (1994) Unequal protection. Environmental justice & communities of color. San Francisco

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2003) Lärmforschung im Forschungsprogramm Mobilität und Verkehr. Leiser Verkehr, Bonn, Juni 2003
Bundesminsterium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (Hrsg) (2004) Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2003
Bundesregierung (2000) Verkehrsbericht 2000. Berlin
Bundesverkehrswegeplanung (2001). München, Freiburg, Essen
Bürgel (1996) NJW, 1804 (1805)
Campo P, Cnockheart JC (1989) Risques auditifs en courus par le foetus chez la femme enceinte exposeé au bruit. Cah Notes Documentaires 137:633–637
Clinton B (1998) Für die Berliner waren die Flugzeugmotoren eine Symphonie der Freiheit. Rede von Präsident Clinton zum 50. Jahrestag der Luftbrücke. Berlin, Flughafen Tempelhof, 14. Mai 1998 (http://usa.usembassy.de/etexts/clintair0598d.htm)
Cohen S, Glass DC, Singer JE (1973) Apartment noise, auditory discrimination and reading ability in children. Journal of Experimental Social Psychology 9:407–422
Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D (1980) Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children. Am Psychol 35:231–243
Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D, Kelly S (1981) Aircraft noise and children: Longitudinal and cross-sectional evidence on adaptation to noise and the effectiveness of noise abatement. J Personality Social Psychology 40:331–345
Cohen S, Evans GW, Stokols D, Krantz DS (1986) Behavior, health and environmental stress. Plenum, New York
Colle HA, Welsh A (1976) Acoustic masking in primary memory. J Verbal Learning and Verbal Behavior 15:17–32
Cremer L (1975) Vorlesungen über Technische Akustik, 2. Auflage. Springer, Berlin Heidelberg
Crook MA, Langdon FJ (1974) The effects of aircraft noise in schools around London Airport. J Sound Vib 34:221–232
Czybulka D (1999) Die rechtliche Bewältigung der Fluglärmproblematik. In: Umweltrecht und Planung (UPR)
Czybulka D (2003). Festlegung von Flugrouten und Flughafenplanung, in: Ziekow J (Hrsg). Flughafenplanung, Planfeststellungsverfahren, Anforderungen an die Planungsentscheidung, Duncker & Humblot, Berlin
Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (1974) Fluglärmwirkungen. Eine interdisziplinäre Untersuchung über die Auswirkungen des Fluglärms auf den Menschen. Bd I: Hauptbericht; Bd II: Annexband. Boldt, Boppard
Dürr H (1999) Verbindliche überörtliche Verkehrsplanung – Die Planfestellung. In: Kodal K, Krämer H (Hrsg) Straßenrecht. Beck, München
Dürr H (2000) in: Knack H J Verwaltungsverfahrensgesetz. 7. Auflage. Heymanns, Köln u.a.
Dolde KP (Hrsg) (2001) Umweltrecht im Wandel. Schmidt, Berlin
Dreier H (1998) Grundgesetz, Kommentar, Art. 20 (Sozialstaat)
Eberhardt JL (1987) The influence on sleep of noise and vibrations caused by road traffic. Akademisk avhandling. Lund, Bloms Boktrycheri AB
Eberhardt JL, Stråle LO (1987) Berlin MHB The influence of continuous and intermittent traffic noise on sleep. J Sound Vib 116:445–464
Edmonds L, Layde P, Erickson J (1979) Airport noise and teratogenesis. Arch Environ Health 34:243–247
Elbers F (2000) Control of large scale noise impact of railway lines: Overview of results in the Netherlands and Europe. NS Technisch Onderzoek, Utrecht (http://home-1.worldonline.nl/~felbers/publicaties/Eeaa2000/stpeter.htm)
Elias N (1976) Über den Prozeß der Zivilisation. Frankfurt am Main
Ellermeier W, Hellbrück J (1998) Is level irrelevant in 'irrelevant speech'? Effects of Loudness, signal-to-noise ratio, and binaural unmasking. J Exper Psychol. Human Perception and Performance 24:1406–1414

Elvers HD (2005) Umweltgerechtigkeit (Environmental Justice). Integratives Paradigma der Gesundheits- und Sozialwissenschaften? UFZ-Diskussionspapiere 14/2005 (http://www.ufz.de/data/Disk_Papiere_2005-142799.pdf)

Erbguth W (2000) NVwZ, 28

EU Kommission (2003) External Costs – Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport. Directorate General for Research, Brussels

EU Richtlinie (2002) 49 EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

Europäische Gemeinschaft (2002) Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal of the European Communities L 189/12, EN, 18.7.2002

Europäische Kommission (2001) Bahnanwendungen – Akustik – Messung der Geräuschemission spurgebundener Fahrzeuge prEN ISO 3095, Brüssel, Jan 2001

European Commission Directive 2001/16 (2004) Interoperability of the trans-European conventional rail system. Draft Technical Specification for Interoperability, Subsystem: Conventional Rail, Rolling Stock. Scope: Noise. Aspect: Noise Emitted by Freight Wagons, Locomotives. Multiple Units and Coaches, Brussels, 7.10.2004

Evans GW, Hygge S, Bullinger M (1995) Chronic noise and psychological stress. Psychological Science 6:333–338

Evans GW, Maxwell L (1997) Chronic noise exposure and reading deficits. The mediating effects of language acquisition. Environ Behav 29:638–656

Fickert H C (2004) Die Umgebungslärmrichtlinie der EU und ihre Umsetzung in deutsches Recht. In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBl)

Fidell S, Pearsons K, Howe R, Tabachnick B, Silvati L, Barber DS (1994) Noise-induced sleep disturbance in residential settings. Armstrong Laboratory, Air Force Materiel Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio 45433-6573, AL/OE-TR-1994–0131

Fidell S, Howe RR, Tabachnick BG, Pearsons KS, Sneddon MD (1995) Noise-induced sleep disturbance in residences near two civil airports. National Aeronautics and Space Administration, Langley Research Center, NASA Contractor Report 198252

Fields JM (1990) A review of an updated synthesis of noise / annoyance relationships. NASA Report 194950. Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA

Fields JM, de Jong RG, Flindell IH, Gjestland T, Job RFS, Kurra S, Schuemer-Kohrs A, Lercher P, Vallet M, Yano T (1998) Recommendation for shared annoyance questions in noise annoyance surveys. In: Carter N, Job RFS (eds) Noise Effects, Sydney 2:481–486

Flindell IH (1983) Pressure Leq and multiple noise sources: a comparison of exposure-response relationships for railway noise and road traffic noise. Journal for Sound and Vibration 87(2):237–330

Fickert H C (2004) Die Umgebungslärmrichtlinie der EU und ihre Umsetzung in deutsches Rechts. In: Deutsches Verwaltungsblatt (DVBl.)

Finke HO, Guski R, Rohrmann R, Rohrmann B (1980) Betroffenheit einer Stadt durch Lärm. UBA Forschungsbericht 80-10501301, Berlin

Flitner M (2003) Umweltgerechtigkeit. Ein neuer Ansatz der sozialwissenschaftlichen Umweltforschung. In: Meusburger P, Schwan Th (Hrsg) Humanökologie. Ansätze zur Überwindung der Natur-Kultur-Dichotomie. Stuttgart, S 139–160

Flitner M (2006) Lärm an der Grenze. Stuttgart (im Druck)

Flughafen Tempelhof (1998) 14. Mai 1998 (http://usa.usembassy.de/etexts/clintair0598d.htm)

Franssen EAM, Staatsen BAM, Lebret E (1998) Health impact assessment Schiphol airport: an overview. In: Carter N, Job RFS (eds) 7th Int Congr on Noise as a Public Health Problem, Noise Effects '98. Sydney, Australia. Abstracts, p 149

Franz Th (2001) Die gewerbliche Vermietung von Sportmotorbooten an Bundeswasserstraßen. In: Zeitschrift für Wasserrecht (ZfW)

Fraser N, Honneth A (2003) Umverteilung oder Anerkennung? Eine politisch-philosophische Kontroverse. Frankfurt am Main
Fraunholz U (2002) Motorphobia. Anti-automobiler Protest in Kaiserreich und Weimarer Republik. Göttingen
Frohmeyer, Mückenhausen EG-Verkehrsrecht, Loseblattsammlung
Gattoni F, Tarnopolsky A (1973) Aircraft noise and psychiatric morbidity. Psychol Med 3:516–520
Geiger A (2004) Magnetschwebebahnen, in: Ziekow J, Praxis des Fachplanungsrechts. Wolters, München
Geisler M (1998) ZLW 28
Gerike R, Becker U (2004) Volkswirtschaftliche Kosten des Straßenverkehrslärms www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/documents/Vortrag5_Becker_Gericke.pdf
Geßner C, Weinreich S (1998) Externe Kosten des Straßen- und Schienenverkehrslärms am Beispiel der Strecke Frankfurt–Basel. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Dokumentation Nr. 98–08
Gethmann CF (1991) Ethische Aspekte des Handelns unter Risiko. In: Lutz-Bachmann M (Hrsg) Freiheit und Verantwortung. De Gruyter, Berlin Heidelberg, S 152–169
Gethmann CF (1993) Zur Ethik des Handelns unter Risiko im Umweltstaat. In: Gethmann CF, Kloepfer M (Hrsg) Handeln unter Risiko im Umweltstaat. Springer, Berlin Heidelberg
Gethmann CF, Kloepfer M, Reinert S (1995) Verteilungsgerechtigkeit im Umweltstaat. Economica, Bonn
Grassie SL (1996) Riffeln – Gründe und Gegenmaßnahmen. Verkehr und Technik. Erich Schmidt, Feb 1996
Griefahn B (1977) Long-term exposure to noise – aspects of adaptation, habituation, and compensation. Waking Sleeping:1383–386
Griefahn B (1982) Grenzwerte vegetativer Belastbarkeit. Zum gegenwärtigen Stand der psychophyiologischen Lärmforschung. Z Lärmbekämpfung 29:131–136
Griefahn B (1985) Schlafverhalten und Geräusche. Feld- und Laboruntersuchungen über Straßenverkehr, EEG-Analyse, Literaturauswertung. Ferdinand Enke, Stuttgart
Griefahn B, Jansen G, Böhmer O (1985) Schlafstörungen und Hypnotikakonsum bei unterschiedlicher Belastung durch Straßengeräusche. Z Arb wiss 39:15–18
Griefahn B (1986) A critical load for nocturnal high-density road traffic noise. Am J Ind Med 9:261–269
Griefahn B (1990) Präventivmedizinische Vorschläge für den nächtlichen Schallschutz. Z Lärmbekämpfung 37:4–14
Griefahn B (1992) Noise control during the night. Acoust Austral 20:43–47
Griefahn B, Di Nisi J (1992) Mood and cardiovascular functions during noise, related to sensitivity, type of noise and sound pressure level. J Sound Vib 155:111–123
Griefahn B, Schuemer-Kohrs A, Schuemer R, Moehler U, Mehnert P (2000) Physiological, subjective, and behavioural responses to noise from rail and road traffic. Noise & Health 3:59–71
Griefahn B, Felscher-Suhr U, Höger R, Jedrusik P, Müller JIF, Schreckenberg D (2001) Erarbeitung von Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept. Abschlussbericht, Institut für Arbeitsphysiologie, Universität Dortmund
Griefahn B, Jansen G, Scheuch K, Spreng M (2003) Vorschlag eines Bewertungssystems für Fluglärm. ergomed 6:184–191
Griefahn B, Marks A, Robens S (revision) Noise emitted from road, rail and air traffic and their effects on sleep. J Sound Vib
Grote KH, Feldhusen (2005) DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau. 21. Aufl, Springer

Grunwald (2000) Technik für die Gesellschaft von morgen. Campus, Frankfurt New York

Grunwald A (Hrsg) (1998) Rationale Technikfolgenbeurteilung. Springer, Berlin Heidelberg

Guski R, Felscher-Suhr U, Schuemer R (1999) The concept of noise annoyance: how international experts see it. Journal of Sound and Vibration 223, No 4, 513–527

Guski R (2001) Moderatoren der Lärmwirkung. In: Wichman, Schlipköter, Fülgraff (Hrsg) Handbuch der Umweltmedizin. Kapitel VII-1 Lärm. Ecomed, Landsberg

Haberkorn U, Köllmann A, Steven H (1999) Ausprägung von Mega- und Makrotextur auf Fahrbahnoberflächen. FE 04.175 G 95A, im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Feb 1999

Habermas J (1982a) Nachtrag zu einer Kontroverse (1963): Analytische Wissenschaftstheorie und Dialektik. In: Habermas J (1982) Zur Logik der Sozialwissenschaften. Fünfte, erweiterte Auflage, Frankfurt am Main, 15–44

Habermas J (1982b) Ein Literaturbericht (1967): Zur Logik der Sozialwissenschaften. In: Habermas J (1982) Zur Logik der Sozialwissenschaften. Fünfte, erweiterte Auflage, Frankfurt am Main, 89–330

Habermas J (1982c) Objektivismus in den Sozialwissenschaften. In: Habermas J (1982) Zur Logik der Sozialwissenschaften. Fünfte, erweiterte Auflage, Frankfurt am Main, 541–607

Haines MM, Stansfeld SA, Brentnall S, Berry B, Jiggins M, Hygge S (2001a) The West London schools study: the effects of chronic aircraft noise exposure on child health. Psychol Med 31:1385–1396

Haines MM, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B, Head J (2001b) A follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition. International Journal of Epidemiology 30:839–845

Haines MM, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B, Head J (2001c) Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. Psychol Med 31:265–277

Haines MM, Stansfeld SA, Head J, Job RFS (2002) Multilevel modelling of aircraft noise on performance tests in school children around Heathrow Airport London. J Epidemiology Community Health 561:139–144

Halliday D, Resniek R (1978) Physics, 3. Aufl, Wiley & Jons

Hammitt JK (2002) QALYs versus WTP. Risk Analysis, Vol 10, No 5

Hanekamp G, Gutmann M (1999) Grundzüge rationaler Risikobeurteilung. In: Grunwald A (Hrsg) Rationale Technikfolgenbeurteilung. Springer, Berlin Heidelberg

Hansmann K (2001) Der Beitrag der Länder zum Umweltrecht. In: Dolde K-P (Hrsg.) Umweltrecht im Wandel. Erich Schmidt, Berlin

Harder J, Maschke C, Ising H (1999) Längsschnittstudie zum Verlauf von Streßreaktionen unter Einfluß von nächtlichem Fluglärm. WaBoLu-Hefte 4/99

Hartikainen AL, Sorri M, Anttonen H, Tuimala R, Läärä E (1994) Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy. Scand J Work Environ Health 20:444–450

Hatfield J, Job RFS, Peploe P, Carter NL, Taylor R, Morrell S (1998) Demographic variables may have a greater modifying effect on reaction to noise when noise exposure changes. In: Carter N, Job RFS (eds) 7th International congress on noise as a public health problem: Congress proceedings, Vol 2, Noise Effects, Sydney, pp 527-530

HCN (1993) Noise and Health. The Hague, Health Council of the Netherlands. Publication no A93/02E

HCN (1999) Health Council of the Netherlands. Public health impact of large airports, 1999/14E, Den Haag

Health Council of the Netherlands (Gezondheidsraad) (1997) Assessing noise exposure for public health purposes, Rijswijk

Hecht M (1995) Kurvenkreischen – Ursachen und Gegenmaßnahmen. Schweizer Eisenbahn-Revue, 3/1995, S 103–108
Hecht M, Schirmer A, Cordts D (2002) Das Forschungsprojekt. Leichtes und lärmarmes Güterwagen-Drehgestell. Ziele, Entwicklungsstand und Ausblick, ZEVrail-Glasers Annalen, Sonderheft Tagungsband Graz, S 213–226
Hecht M, Schirmer A (2003) Leichtes und lärmarmes Güterwagen-Drehgestell (LEILA–DG): ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 9, Sep 2003, Vol 52, S 519–525
Hecht M, Ben Othman Y (2004) Kostenmindernde Einbindung der Betreiber durch lärmbasiertes Trassenpreiskonzept: Eisenbahn-Revue International, S 210–212
Hecht M (2004) Präsentation auf der InterNoise 2004 in Prag. Bild zur Verfügung gestellt von H. Zimmer, SFE GmbH, sfe@sfe-berlin.de
Heidebrunn F, Steven H (2000) Geräuschbelastungsmodell. Vorhaben Nr. 105 02 221. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dez 2000
Heinrichs E (2002) Lärmminderungsplanung in Deutschland – Evaluation eines kommunalen Planungsverfahrens. Dortmund
Helberg A (2002) Allgemeines Umweltverwaltungsrecht, in: Koch H-J (Hrsg) Umweltrecht
Herber F-R (1999) Einteilung der öffentlichen Straßen. In: Kodal K, Krämer H (Hrsg) Straßenrecht. Beck, München
Hermann Ph, Hofmann E (2002) Umwelt und Verkehr. In: Koch H-J (Hrsg) Umweltrecht. Luchterhand, Neuwied
Hofmann E (2000) Der Schutz vor Verkehrslärm. In: Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)
Holm B (2003) Die Bedeutung der EU-Umgebungslärmrichtlinie für die Bundesfernstraßen. In: Natur und Recht (NuR)
Horn C (2003) Einführung in die Politische Philosophie. Darmstadt
Hubbard HH (eds) Aeroacoustics of Flight Vehicles. Vol 1: Noise Sources, New York Heidelberg
Hühnerkoch D (2002) DB-Umweltbericht. DB AG, Berlin, S 34
Hünecke K (1976) Flugtriebwerke, ihre Technik und Funktion. Motorbuch Verlag, Stuttgart
Hygge S, Evans GW, Bullinger M (1996) The Munich Airport noise study: Cognitive effects on children from before to after the change over of airports. In: Hill FA, Lawrence R (eds) Inter-noise 96. Institute of Acoustics, St. Albans, UK 5:2189–2194
Hygge S, Jones DM, Smith AP (1998) Recent developments in noise and performance. In: Noise effects '98, Carter N and Job RFS (eds) Noise Effects, Pty Ltd, Sydney, pp 321–328
Hygge S, Evans GW, Bullinger M (2002) A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in school children. Psychological Science 13:469–474
Hygge S (2003) Classroom experiments on the effects of different noise sources and sound levels on long-term recall and recognition in children. Applied Cognitive Psychology 17:895–914
ICAO (1993) Environmental Protection. Annex 16, Vol 1: Aircraft Noise, 3. Aufl
Idhe G B (2001) Transport, Verkehr, Logistik. Vahlen, München
IEA (2002) Transportation projections in OECD-regions (OECD study). International Energy Agency, Paris
IF-Studie (1983) Interdisziplinäre Feldstudie über die Besonderheiten des Schienenverkehrslärms gegenüber dem Straßenverkehrslärm (erweiterte Untersuchung). Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr (Forsch-Nr 70081/80)
Immissionsschutzbericht der Bundesregierung (2003) BT-Drucks. 13/4825
BFV Fluglärm – Aufgaben und Möglichkeit für die Kommunen (www.fluglaerm.de)

International Congress on Noise as a Public Health Problem (1998) Nov 22-26 Noise Effects '98 Pty, Sydney, Vol 1, pp 284–287

Isermann U et al. (2004) Leiser Flugverkehr. Zusammenfassender Projekt Abschlussbericht. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Göttingen (http://www.as.go.dlr.de/fluglaerm/lfvk/Abschlussbericht_Komplett.pdf)

Ising H, Braun C (2000) Acute and chronic effects of noise: Review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. Noise & Health 7:7–24

Ivannikov A, Haberkorn U Langenberg H (1998) Einflussgrößen auf Reifen-Fahrbahn-Geräusche eines Lkw bei unterschiedlichen Fahrbedingungen. Im Auftrag der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT)

Janich P (2002) Modelle und Modelliertes. Zwecke und Methoden. In: Gethmann CF, Lingner S (Hrsg) Integrative Modellierung zum Globalen Wandel. Berlin Heidelberg, S 15-31

Jarras H-D (1994) Defizite des Verkehrsimmissionsschutzrechts. In: Koch H-J (Hrsg) 20 Jahre BImSchG. Baden-Baden, NomosKloepfer M (2002) Umweltrecht in Bund und Ländern. Duncker & Humblot, Berlin

Jansen G (1967) Zur nervösen Belastung durch Lärm. Steinkopf, Darmstadt

Jenkins L, Tarnopolsky A, Hand DJ, Barker SM (1979) Comparison of three studies of aircraft noise and psychiatric hospital admissions conducted in the same area. Psychol Med 9:681–693

Job RFS (1988) Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. J Acoust Soc Am 83:991–1001

Job RFS (1996) The influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. Environment International 22: 93–104

Jonas H (1979) Das Prinzip Verantwortung. Frankfurt am Main

Jones DM (1990) Recent advances in the study of performance in noise. Environment International 16:447–458

Jones DM, Morris N (1992) Irrelevant speech and cognition. In: Smith AP, Jones DM (eds) Factors affecting human performance. The physical environment. Academic Press, London Vol 1, pp 29–53

Kahn A (2002) Noise exposure from various sources – sleep disturbance dose-effect relationships on children. WHO Technical Meeting on Exposure-response Relationships of Noise on Health. Paper 5038933–2002/7

Kämper N in: Ziekow J (2003) Bewertung von Fluglärm – Regionalplanung – Planfeststellungsverfahren

Kant I (1993) Kritik der Urteilskraft. Hamburg

Kant I (1970) Briefe. Hrsg. und eingel. v. J. Zehbe, Göttingen

Kastka J (1999) Untersuchung der Fluglärmbelastungs- und Belästigungssituation der Allgemeinbevölkerung der Umgebung des Flughafen Frankfurt. Gutachten im Auftrag der Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt am Main (http://www.mediation-flughafen.de/gutachte/oe4_g2/belaest.pdf)

Kennepohl F, Traub P, Gumucio R , Heinig K (1995) Influence of Bypass Ratio on Community Noise of Turbofans and Single Rotation Ducted Propfans. CEAS/AIAA-95–135

Kleine Enzyklopädie Physik (Hrsg) (1986) Rennert P, Schmiedel H 1. Aufl, VEB Bibliographisches Institut Leipzig

Kloepfer M (2000) Environmental Justice und geographische Umweltgerechtigkeit. Deutsches Verwaltungsblatt 11:750–754

Kloepfer M (2003) Die transparente Verwaltung – Zugangsfreiheit zu öffentlichen Informationen. Duncker & Humblot, Berlin

Kloepfer M (2004) Umweltrecht. 3. Auflage, Beck, München

Kloepfer M (2005) Umweltrecht als Informationsrecht, UPR

Koch HJ (2000a) NVwZ, 496

Koch HJ (2000b) Rechtliche Instrumente einer dauerhaft umweltgerechten Verkehrspolitik. Baden-Baden

Koch HJ (2000) Aktuelle Probleme des Lärmschutzes. Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ)
Koch H-J (2000) Immissionsschutz in der Bauleitplanung. In: Erbguth W (Hrsg.) Planung. Festschrift für Werner Hoppe zum 70. Geburtstag. Beck, München
Koch HJ, Mengel C (2000) Örtliche Verkehrsregelungen und Verkehrsbeschränkungen. In: Koch H-J (Hrsg) Rechtliche Instrumente einer dauerhaft umweltgerechten Verkehrspolitik
Koch HJ (2001) Entwicklungslinien des Verkehrsumweltrechts. In: Dolde K-P (Hrsg) Umweltrecht im Wandel. Erich Schmidt, Berlin
Koch HJ (2003) Umweltprobleme des Luftverkehrs
Koch HJ (2003), Verkehrslärm in: Rengeling H-W (Hrsg), Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht (EUDUR) Bd. II Teilbd. 1, 2. Aufl., Heymanns, Köln
Krebs A (1996) Ökologische Ethik I: Grundlagen und Grundbegriffe. In: Nida-Rümelin J (Hrsg) Angewandte Ethik. Die Bereichsethiken und ihre theoretische Fundierung. Stuttgart, S 346–385
Krüger F (2004) Schall und Erschütterungsschutz im Schienenverkehr. Expert, Renningen Malmsheim
Kryter KD (1990) Aircraft noise and social factors in psychiatric hospital admission rates: a re-examination of some data. Psychol Med 20:395–411
Kuschnerus U (1990) Die Herstellung der Zumutbarkeit durch Schutzauflagen und Ausgleichszahlungen. In: Koch H-J (Hrsg) Schutz vor Lärm. Nomos, Baden-Baden
Langdon FJ, Buller IB (1977) Road traffic noise and disturbance to sleep. J Sound Vib 50:13–28
Laucken U (1984) Über den Wandel des Begriffs „Verstehen“ in verschiedenen psychologischen Denkformen. In: Engelkap J (Hrsg) Psychologische Aspekte des Verstehens. Festschrift für Hans Hermann, Berlin, 231–254
Lazarus H, Lazarus-Mainka G (1979) Sprachverständlichkeit und Mithörschwellen verrauschter Sätze unterschiedlichen Materials. Acustica 42:281–294
Lazarus R S, Folkman S (1984) Stress, appraisal and coping. New York
Lazarus H, Lazarus-Mainka G, Schubeius M (1985) Sprachliche Kommunikation unter Lärm. Kiehl, Ludwigshafen
Lazarus H (1990) New techniques for describing and assessing speech communication under conditions of interference. In: Berglund B, Berglund U, Karlsson J, Lindvall T (eds) New Advances in Noise Research. Swedish Council for Building Research, Stockholm, pp 197–226
Lazarus H (1998) Noise and communication: Present state. In: Carter N, Job RFS (eds) Noise Effects ’98. Sydney: Noise Effects ’98 Pty , pp 157–162
Leist A (2002) Ökologische Ethik I: Gerechtigkeit, Ökonomie, Politik. In: Nida-Rümelin J (Hrsg) Angewandte Ethik. Die Bereichsethiken und ihre theoretische Fundierung. Stuttgart, S 386–455
Lercher P, Kofler W (1993) Adaptive behavior of road traffic noise: blood pressure and cholesterol. In: Vallet M (ed) Noise & Man ‘93. Bron: INRETS. 2:465–468
Lessing T (1908) Lärm. Kampfschrift gegen die Geräusche unseres Lebens. Zitiert nach: http://www.salmoxisbote.de/Bote03/Lessing.htm
Loo v d, Reijen W van (1998) Modernisierung. Projekt und Paradox. München
Lundquist P, Holmberg K, Landström U (2000) Annoyance and effects on work from environmental noise at schools. Noise & Health 8:39–46
Mann H-U, Ratzenberger R, Schubert M u.a. (2001) Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung. BVU, ifo, ITP, PLANCO, München, Freiburg, Essen; abrufbar unter http://www.bmvbw.de/-.713.htm
Marinetti F T (1909) Manifest des Futurismus
Maschewsky W (2001) Umweltgerechtigkeit, Public Health und soziale Stadt. Frankfurt am Main

Maschke C (1992) Der Einfluß von Nachtfluglärm auf den Schlafverlauf und die Katecholaminausscheidung. Inauguraldiss, TU Berlin

Maschke C, Arndt D, Ising H, Lauder G, Thierfelder W, Contzen S (1995) Nachtfluglärmwirkungen. WaBoLu–Hefte 96, Gustav Fischer Verlag

Matsui T, Stansfeld S, Haines M, Head J (2004) Children's cognition and aircraft noise exposure at home – the West London Schools Study. Noise & Health 7:49–58

Matsuno T, Matsui T, Ashimine K, Oshiro K, Taira K, Hiramatsu K, Osada Y, Yamamoto T (1998) Higher rate of low-birth weight infants observed in the vicinity of US airfield in the Ryukyus. In: Carter N, Job RFS (eds) Noise Effects '98

McLean EK, Tarnopolsky A (1977) Noise, discomfort and mental health. A review of the socio-medical implications of disturbance by noise. Psychol Med 9:19–42

Mellert V (1998) Meteorologische Einflüsse auf die Schallausbreitung. Holzberg, Oldenburg

Michler H-P in: Ziekow J (2004) Praxis des Fachplanungsrechts, München/Unterschleißheim

Miedema HME (1993) Response functions for environmental noise in residential areas. TNO-rapport 92.021, Leiden

Miedema HME (1996) Quantification of annoyance caused by environmental noise and odour. Dissertation, Leiden

Miedema HME, Vos H (1998) Exposure-response relationships for transportation noise. J Acoust Soc Am 104:3432–3445

Miedema HME, Vos H (1999) Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. J Acoust Soc Am 105:3336–3344

Miedema HME, Oudshoorn CGM (2001) Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environmental Health Perspectives 109:409–416

Miedema HME (2004) Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance. J Acoust Soc Am 116:949–957

Miller D (1999) Social Justice and Environmental Goods. In: Andrew D (Hrsg) Fairness and Futurity: Essays on Environmental Sustainability and Social Justice. Oxford

Mittelstraß (1995) Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie

Miyakita T, Matsui T, Ito A, Tokuyama T, Taira K, Hiramatsu K, Osada Y, Yamamoto T (1998) General health questionnaire survey around Kadena U.S. airfield in the Ryukyus – an analysis of the 12 scale scores. In: Carter N, Job RFS (eds) Noise Effects '98. 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Noise Effects, Vol 2, Sydney, Nov 22–26, pp 608–612

Morgan PA, Nelson PAM, (TRL Limited),Steven H (RWTÜV) (2003) Integrated assessment of noise reduction measures in the road transport sector, ETD/FIF.20020051, Enterprise DG, European Commission, Sept 2003

Morrell S, Taylor R, Lyle D (1997) A review of health effects of aircraft noise. Aust NZ J Public Health 21:221–236

Morrell S, Taylor R, Carter N, Job S, Peploe P (1998) Cross-sectional relationship between blood pressure of school children and aircraft noise. Noise effects

Motoren- und Turbinenunion (1974) MTU – Taschenbuch der Luftstrahlantriebe. München

Müller G, Möser M (2004) (Hrsg) Taschenbuch der Technischen Akustik, 3. Auflage Springer

Müller P, Schmude M von (2001) Die Lärmgesellschaft. Die Zeit, 33 (http://zeus.zeit.de/text/archiv/2001/33/200133_laerm.xml)

Müller-Wenk R (2002) Zurechnung von lärmbedingten Gesundheitsschäden auf den Straßenverkehr. Schriftenreihe Umwelt Nr. 339, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern

Müller-Wenk R, Hofstetter P (2003) Monetarisierung verkehrsbedingter Gesundheitsschäden. Umweltmaterialien Nr. 166, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern

Muzet A, Ehrhart J, Eschenlauer R, Lienhard JP (1980) Modifications vegetatives entrainees par le bruit au cours du sommeil. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Comité Bruit et Vibration. Convention no 76.22

Muzet A, Weber LD, Di Nisi J, Ehrhart J (1985) Comparaison de la reactivité cardiovasculaire au bruit au cours de la veille et du sommeil. Centre d'étude bioclimatique du CNRS Strasbourg Convention No 82243

Navrud S (2002) The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise. Final Report to European Commission DG Environment, Brussels

Neise W Lärmoptimierte Abflugverfahren (2004) Zeitschrift für Lärmbekämpfung 51 (Nov):6

Nomisma (2000) Transport and the Environment in the EU. European Parliament Transport Series, TRAN 109/A EN. European Parliament, Luxembourg

Nutzinger HG (1999) Economic impact of greenhouse gas mitigation processes: two views of the problem. In: Schröder M, Lingner S (Hrsg) Modelling climate change and its economic consequences. Graue Reihe 15, Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler

OECD (1995) Roadside Noise Abatement. Paris

Ochelen S, Proost S , Van Dender K (1998) Optimal Pricing for Urban Transport Externalities. Center for for Economic Studies Discussion Paper 98.26. Katholieke Universiteit Leuven, Belgien

Öhrström E, Björkman M (1988) Effects of noise-disturbed sleep – a laboratory study on habituation and subjective noise sensitivity. J Sound Vib 122:277–290

Öhrström E (1995) Effects of low levels from road traffic noise during night: a laboratory study on number of events, maximum noise levels and noise sensitivity. J Sound Vib 179:603–615

Öhrström E, Agge A, Björkman M (1998) Sleep disturbances before and after reduction in road traffic noise. In: Carter N, Job RFS (eds) 7th Int Congr on Noise as a Public Health Problem, Noise Effects '98. Sydney, Australia. Vol 2, pp 451–454

Öhrström E (2004) Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise: effects on sleep assessed by general questionnaires and 3-day sleep logs. J Sound Vib:713–727

Ollerhead JB (1987) Predicting public reaction to noise from mixed sources. In: Proceedings of Inter-Noise Vol 78:579–584

Ollerhead JB, Jones CJ, Cadoux RE, Woodley A, Atkinson B, Horne JA, Pankhurst F, Reyner L, Hume KI, Van F, Watson A, Diamond ID, Egger P, Holmes D, McKean J (1992) Report of a field study of aircraft noise and sleep disturbance. The Department of Transport, London

Ollerhead JB, Diamond I (1993) Social surveys of night-time effects of aircraft noise. In: M. Vallet (ed) 6th Int Congr Noise as a Public Health Problem, Vol 3, pp 373–376

Opp D-F, Schmidt P (1976) Einführung in die Mehrvariablenanalyse. Grundlagen der Formulierung und Prüfung komplexer sozialwissenschaftlicher Aussagen. Reinbek bei Hamburg

Ott K, Klepper G, Lingner S, Schäfer A, Scheffran J, Sprinz D (2004) Reasoning goals of climate protection. Climate Change 01/04, Umweltbundesamt Berlin

Pache E in: Koch H-J (2003) Umweltprobleme des Luftverkehrs. Nomos, Baden-Baden

Passchier-Vermeer W, Vos H, Steenbekkers JHM, van der Ploeg FD, Groothuis-Oudshoorn K (2002) Sleep disturbance and aircraft noise exposure. Exposure-effect relationship. TNO Prevention and Health. TNO-Report Nr 2002.027

Pearce D (2000) Valuing Risks to Life and Health – Towards Consistent Transfer Estimates in the European Union and Accession States. Europäische Kommission (DGXI), Brussels

Piehler C (2003) Erarbeitung eines Handlungsrahmens für die Entwicklung von Fluglärmkontingentierungen, Aachen (www.bth.rwth-aachen.de/Dissertationen)
Pietz JF, Michel U, Böhning P (2002) Localisation for the Acoustic sources of the A320 with a Large Phased Microphone Array During Flight Test AIAA-Paper 2002–2506
Powell CA (1979) A Summation and inhibition model of annoyance response to multiple community noise sources, NASA Technical Paper 1479, Langley Research Center, Hampton
Rammler S (2001) Mobilität in der Moderne: Geschichte und Theorie der Verkehrssoziologie. Berlin
REHW 586 (1998) Rachel's Environment & Health News, Feb 19, 1998 (http://www.monitor.net/rachel/r586.html)
Rengeling HW (1986) Handbuch zum deutschen und europäischen Umweltrecht, Bd. I und II
Reymont W (1918) Lodz. Das gelobte Land. München
Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes" vom 6.7.1983, VerkBl 1983, 306, in der Fassung der Änderung vom 15.1.1986, VerkBl 1986, S 101
Rinke S (1999) Rahmenplanung für das überörtliche Verkehrsnetz. In: Kodal K, Krämer H (Hrsg) Straßenrecht. Beck, München
Rolls-Royce (1992) The Jet Engine. The Techn. Publ. Dep. RRplc
Ronnebaum et al. (1996) Literaturstudie zur Gesamtlärmbewertung
Salamé P, Baddeley AD (1982) Disruption of short-term memory by unattended speech: implications for the structure of working memory. J Verbal Learning and Verbal Behavior 21:150–164
Saueressig G, Haag KH (2004) Investigating Aircraft – Noise Reduction Measures – Steps towards the Quiet Aircraft. Proceedings of Internoise, Prag, Aug 2004
Schink A(2003) Verkehrslärm in der Bauleitplanung. Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ)
Schipper Y, Nijkamp P, Rietveld P (2002) Thirty years of aircraft noise value studies: a meta-analysis. In: Raymond J, Florax et al. (Hrsg) Comparative Environmental Economic Assessment. Cheltenham
Schmidt A (2002) Weiterentwicklung der Lärmminderungsplanung. In: Umweltrecht und Planung (UPR)
Schopenhauer A (o.J.) Parerga und Paralipomena. In: Arthur Schopenhauers sämtliche Werke. Bd. 5, hrsg. von Max Köhler, Berlin
Schreckenberg D, Guski R (2005) Lärmbelästigung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm zu unterschiedlichen Tageszeiten. Umweltmedizin in Forschung und Praxis 10(2):67–76
Schröder M, Claussen M, Grunwald A, Hense A, Klepper G, Lingner S, Ott K, Schmitt D, Sprinz D (2002) Klimavorhersage und Klimavorsorge. Springer, Berlin Heidelberg
Schulze-Fielitz H (2001) Lärmschutz bei der Planung von Verkehrsvorhaben. Die öffentliche Verwaltung (DÖV)
Schulze-Fielitz H (2002) Der Straßenverkehrslärm und das Umweltrecht. Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)
Schulze-Fielitz, in: Koch H-J (2003) Umweltprobleme des Luftverkehrs, Nomos, Baden-Baden
Schultz THJ (1978) The synthesis of social surveys on noise annoyance. J Acoust Soc Am 64:377–405
Seliger G, Siegmann J, Hecht, M, Kross U, Danzer P, Keudel J (2003) Wettbewerbsvorsprung dank Leila: Güterbahnen, S 18–26

Simmel G (1903) Die Grossstädte und das Geistesleben aus: Die Grossstadt. Vorträge und Aufsätze zur Städteausstellung. Jahrbuch der Gehe-Stiftung Dresden, hrsg. v. T. Petermann, Band 9, 1903, S. 185–206 (zitiert nach: http://gutenberg.spiegel.de/simmel/essays/grosstad.htm

Singer I J (1991) Die Brüder Aschkenasi. Reinbek bei Hamburg

Smith AP, Broadbent DE (1991) Non-auditory effects of noise at work: a review of the literature. HSE Contract research report No. 30

Smith AP, Stansfeld SA (1986) Aircraft noise exposure, noise sensitivity and everyday errors. Environment and Behavior. 18:214–216

Smith MJ (1989) Aircraft Noise. Cambridge University Press

Sombart W (1913) Der Bourgeois. Zur Geschichte des modernen Wirtschaftsmenschen. München

Sombart W (1923) [1912] Die deutsche Volkswirtschaft im 19. Jahrhundert und im Anfang des 20. Jahrhunderts. Eine Einführung in die Nationalökonomie. Berlin

Sommer H (2002) Verkehrsbedingte Lärmkosten in der Schweiz. Ecoplan, Altdorf, Schweiz

Spranger E (1926) Die Kulturzyklentheorie und das Problem des Kulturverfalls. In: Forschungen und Fortschritte. Nachrichtenblatt der deutschen Wissenschaft und Technik 2 Nr. 4, 35–59 [Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse, Berlin, 1926, S. XXXV–LIX]

Spreng M (2001) Cortisol excitations, cortisol excretion, and estimation of tolerable nightly overflights. Int Symp on Noise Pollution & Health. Apr 6-8, 2001, Cambridge, UK. Programme & Abstract Book, p 37

Spreng M (2001) Stellungnahme zur Verteilung der Flugbewegungszahl bezüglich Nachtschutzgebiet am Flughafen Frankfurt und Vorschlag für eine realitätsnahere Festlegung mit Sicherheitszuschlag. Frankfurt

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (1999) Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen – Sondergutachten. Bundestagsdrucksache 14/2300, Bonn

SRU (2002) Umweltgutachten 2002. Für eine neue Vorreiterrolle. Metzler Poeschel, Stuttgart

SRU (2004) Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern – Jahresgutachten 2004. Bundestagsdrucksache 15/3600

SRU (Hrsg) (2004) Umweltgutachten 2004. Bundestagsdrucksache 15/3600, RN 644ff.

SRU (2005) Sondergutachten Umwelt und Straßenverkehr

Stansfeld SA (1992) Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. Psychol Med supplement 22

Stansfeld SA, Gallacher J, Babisch W, Shipley M (1996) Road traffic noise and psychiatric disorder: prospective findings from the Caerphilly Study. BMJ 313:266–267

Stansfeld SA, Haines M, Brown B (2000a) Noise and health in the urban environment. Reviews on Environ Health 15:43–82

Stansfeld SA, Haines MM, Burr M, Berry B, Lercher P (2000b) A review of environmental noise and mental health. Noise & Health 8:1–8

Stansfeld SA, Haines M (2002) Noise exposure from various sources – cognitive effects on children. WHO Technical Meeting on Exposure-response relationships of noise on health, Bonn. Sept 19–21, 2002

Stansfeld SA, Berglund B, Lopez-Barrio I, Fischer P, Öhrström E, Haines MM, Berry B (2003) Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: preliminary results on dose-response relationships from the RANCH study. In: de Jong RG, Houtgast T, Franssen EAM, Hofmann WF (eds) Proceedings of the 8th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Foundation ICBEN, Schiedam, pp 134–139

Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, Lopez-Barrio I, Fischer P, Öhrström E, Haines MM, Head J, Hygge S, van Kamp I, Berry B (2005) Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. Lancet 365:1942–1949

Steinberg R, Berg T, Wickel M (2000) Fachplanung. 3 Auflage, Nomos, Baden-Baden

Steiner U (1995) Besonderes Verwaltungsrecht, in: Schmidt R (Hrsg) Öffentliches Wirtschaftsrecht, Besonderer Teil 2, Springer, Berlin

Steger U, Achterberg W, Blok K, Bode H, Frenz W, Gather C, Hanekamp G, Imboden D, Jahnke M, Kost M, Kurz R, Nutzinger HG, Ziesemer T (2002) Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich. Springer, Berlin Heidelberg

Stegmüller (1973) Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie

Steinberg R/Berg Th/Wickel M (2000) Fachplanung, 3. Auflage. Nomos, Baden-Baden

Steinebach G/Rumberg M (2005) Konfliktbewältigung durch Landesplanung? Zugleich ein Beitrag zu Infrastrukturprojekten als Ziele der Raumordnung im Landesentwicklungsplan, UPR

Stern K (2000) Das Staatsrecht der Bundesrepublik Deutschland, 2. Aufl., München Beck

Steven H (1979) Einfluss der Fahrbahndeckschicht auf die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen, Forschungsvorhaben 105 05 206, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, März 1997

Steven H (1993) Das Fahrverhalten von schweren Motorwagen. FE/BUWAL/310.92.53, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, Juli 1993

Steven H (1997) Einfluss der Fahrbahndeckschicht auf die Geräuschemission von Kraftfahrzeugen. Abschlußbericht zum F+E-Vorhaben Optimierung der schallabsorbierenden Eigenschaften von Drainasphalt im Rahmen des Verbundprojekts Lärmmindernde Straßendecken. Vorhaben Nr. 105 05 206, im Auftrag des Umweltbundesamtes, März 1997

Steven H (1999) Beiträge zu Pkw-Reifen-Fahrbahngeräuschen bei unterschiedlichen Fahrbedingungen, im Auftrag der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT)

Steven H (1999) Untersuchungen zur Verbesserung der Geräuschmessverfahren bei Kfz. F+E-Vorhaben Nr. 105 06 068, im Auftr ag des Umweltbundesamtes, Aug 1999

Steven H (2003) Ermittlung des weiteren Lärmminderungspotentials bei Kraftfahrzeugen. Forschungsvorhaben 205 05 809, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Juli 2003

Steven H Investigations on Noise Emission of Motor Vehicles in Road Traffic. Forschungsvorhaben 200 54 135. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, im Druck

Stoffel W (2004) Anforderungen der Betriebsbeschänkungsrichtlinie und ihre Umsetzung in das deutsche Recht, in: Ziekow J, Beschränkung des Flughafenbetriebs – Planfeststellungsverfahren – Raumordnungsrecht. Duncker & Humblot, Berlin

Storost U (2004) Das deutsche Lärmschutzrecht aus Sicht eines Richters; download unter http://www.vcd.org/Themen/Verkehrslärm/Abschlusstagung; zuletzt abgerufen am 6.4.2006

Tarnopolsky A, Watkins G, Hand DJ (1980) Aircraft noise and mental health: I. Prevalence of individual symptoms. Psychol Med 10:683–698

Taylor SM (1992) A comparison of models to predict annoyance reactions to noise from mixed sources, Journal for Sound and Vibration 96(2), 234–260

Tegeder K (TÜV Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH) (2000) Beurteilung und Bewertung von Gesamtlärm (Gesamtlärmstudie), TÜV-Bericht Nr.: 933/032902/03, Köln

Theorell T (1994) On the establishment of associations between psychos oceedings of the inter noise '96. Liverpool, UK, 1996 July 29 – Aug 2. 4:2177–2182
Thompson D, Janssens M, Dittrich M (1997) Rollgeräusche durch den Rad/ Schiene-Kontakt – Beurteilung von Lärmminderungsmaßnahmen. ZEV+DET Glasers Annalen – Die Eisenbahntechnik, 2/3:226–233
Turner R L, Pei Wu (2002) Berkeley workshop on environmental politics. Bibliographies B 02-7. Environmental justice and environmental racism. An annotated bibliography and general overview, focusing on U.S. literature, 1996-2002 (http://globetrotter.berkeley.edu/EnvirPol/Bib/B07-TurnerWu.pdf)
UBA (2001) Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs, Forschungsbericht 205 06 085 (alt), neu: 295 45 085 UBA-FB 000161, März 2001
UBA (2002) Auswertung der Online-Umfrage des Umweltbundesamtes. Bericht Oktober 2002. Umweltbundesamt
Uechtritz (1999) DVBl, S 198
Ullrich S. Geräuschuntersuchungen im Prüfstand Fahrzeug/Fahrbahn. Bundesanstalt für Straßenwesen, Berg.-Gladbach
Umweltbundesamt (2004) (Hrsg) Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt. Forschungsbericht 297 61 003, UBA-FB 000538, WaBoLu-Heft 02/04. Umweltbundesamt, Berlin
UNIFE, UIC, CER, UITP (2001) A Joint Strategy for European Rail Research 2020 – Towards a single European Railway System, Sep 2001
Vallet M, Mouret J (1984) Sleep disturbance due to transportation noise: ear plugs vs oral drugs. Experientia 40:429–437
van Kempen E, Kruize H, Boshnizen HC, Ameling CB, Staatsen B, de Hollander A (2002) The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: A Meta-analysis. Environmetal Health Perspectives 110(3):307–317
VCD (2003) Maßnahmen gegen Verkehrslärm – Politische Handlungsansätze für eine leise Zukunft (www.vcd.org.)
von Lersner H, Berendes K (Hrsg) (2004) Handbuch des Wasserrechts. Bd. 2-6. Erich Schmidt, Berlin
Vorläufige Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm (Lärmschutz-Richtlinien-StV) vom 6.11.1981, VerkBl 1981, S 428
Vos J (1992) Annoyance caused by simultaneous impulse, road-traffic, and aircraft sounds. A quantitative model. In: Journal of the Acoustical Society of America 91 (6):3330–3345
Wahl R (1995) Prävention und Vorsorge. Bonn
Walker D, Grimwade J, Wood C (1971) Intrauterine noise: a component of the fetal environment. Am J Obstet Gynecol 109:91–95
Weber T (2000) Lärm und kardiovaskuläres Risiko. FAT Schriftenreihe 156
Wehrspaun M, Wehrspaun M, Schlüns J, Schreiber H, Dürkop J (2005) Ökologische Gerechtigkeit – Neue Perspektiven der Umweltethik? Umweltmedizinischer Informationsdienst, 1:3–6 (http://www.umweltbundesamt.de/umid/archiv/umid0105.pdf)
Whitehead C, Hume K (2001) A field experiment on the effect of aircraft noise on heart rate during sleep. Int Symp on Noise Pollution & Health. Apr 6–8, 2001, Cambridge, UK. Programme & Abstract Book, p 53
WHO (1968) Yearbook of International Organizations
Wildfeuer A (2002) Menschenwürde – Leerformel oder unverzichtbarer Gedanke? In: Nicht M, Wildfeuer A (Hrsg) Person – Menschenrechte – Menschenwürde im Disput. Münster, S 19–116
Wysk P (1998) Ausgewählte Probleme zum Rechtsschutz gegen Fluglärm, Teil III, ZLW
Wysk P (2003) Ausgewählte Probleme zum Rechtsschutz gegen Fluglärm, in: Koch H-J Umweltprobleme des Luftverkehrs. Nomos, Baden-Baden

Wysk P (2003) Konsensuale Konfliktbewältigung in der luftrechtlichen Projektplanung, ZLWYoshida T, Osada Y, Kawaguchi T, Hoshiyama Y, Yoshida K, Yamamoto K (1997) Effects of road traffic noise on inhabitants of Tokyo. J Sound Vib 205:517–522

Wysk, in: Ziekow J (2004) Praxis des Fachplanungsrechts. Wolters Kluwer, München/Unterschließheim

Young IM (1990) Justice and the Politics of Difference. Princeton

Ziekow J (2000) BayVBl, 325 ff.

Ziekow J (2004) Praxis des Fachplanungsrecht. München

Zwicker E, Fastl H (1999) Psychoacoustics – Facts and Models. 2. überarb. Aufl, Springer, Berlin Heidelberg

Die *Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen GmbH* hat im Springer-Verlag in der Reihe *Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung* die folgenden Bände veröffentlicht:

Band 1: A. Grunwald (Hrsg.) Rationale Technikfolgenbeurteilung. Konzeption und methodische Grundlagen, 1998

Band 2: A. Grunwald, S. Saupe (Hrsg.) Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation, 1999

Band 3: H. Harig, C. J. Langenbach (Hrsg.) Neue Materialien für innovative Produkte. Entwicklungstrends und gesellschaftliche Relevanz, 1999

Band 4: J. Grin, A. Grunwald (eds) Vision Assessment. Shaping Technology for 21st Century Society, 1999

Band 5: C. Streffer et al., Umweltstandards. Kombinierte Expositionen und ihre Auswirkungen auf den Menschen und seine natürliche Umwelt, 2000

Band 6: K.-M. Nigge, Life Cycle Assessment of Natural Gas Vehicles. Development and Application of Site-Dependent Impact Indicators, 2000

Band 7: C. R. Bartram et al., Humangenetische Diagnostik. Wissenschaftliche Grundlagen und gesellschaftliche Konsequenzen, 2000

Band 8: J. P. Beckmann et al., Xenotransplantation von Zellen, Geweben oder Organen. Wissenschaftliche Grundlagen und ethisch-rechtliche Implikationen, 2000

Band 9: G. Banse et al., Towards the Information Society. The Case of Central and Eastern European Countries, 2000

Band 10: P. Janich, M. Gutmann, K. Prieß (Hrsg.) Biodiversität. Wissenschaftliche Grundlagen und gesellschaftliche Relevanz, 2001

Band 11: M. Decker (ed) Interdisciplinarity in Technology Assessment. Implementation and its Chances and Limits, 2001

Band 12: C. J. Langenbach, O. Ulrich (Hrsg.) Elektronische Signaturen. Kulturelle Rahmenbedingungen einer technischen Entwicklung, 2002

Band 13: F. Breyer, H. Kliemt, F. Thiele (eds) Rationing in Medicine. Ethical, Legal and Practical Aspects, 2002

Band 14: T. Christaller et al. (Hrsg.) Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft, 2001

Band 15: A. Grunwald, M. Gutmann, E. Neumann-Held (eds) On Human Nature. Anthropological, Biological, and Philosophical Foundations, 2002

Band 16: M. Schröder et al., Klimavorhersage und Klimavorsorge, 2002

Band 17: C. F. Gethmann, S. Lingner (Hrsg.) Integrative Modellierung zum Globalen Wandel, 2002

Band 18: U. Steger et al., Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich, 2002

Band 19: E. Ehlers, C. F. Gethmann (eds) Environment Across Cultures, 2003

Band 20: R. Chadwick et al., Functional Foods, 2003

Band 21: D. Solter et al., Embryo Research in Pluralistic Europe, 2003

Band 22: M. Decker, M. Ladikas (eds) Bridges between Science, Society and Policy, 2004

Band 23: C. Streffer et al., Low Dose Exposures in the Environment, 2004

Band 24: F. Thiele, R. E. Ashcroft (eds) Bioethics in a Small World, 2004

Band 25: H.-R. Duncker, K. Prieß (eds) On the Uniqueness of Humankind, 2005

Band 26: B. v. Maydell et al., Enabling Social Europe, 2006

Band 27: Schmid et al., Nanotechnology. Assessment and Perspectives, 2006

Außerhalb der Reihe sind ebenfalls im Springer-Verlag erschienen:

Übersetzung von Band 5: „Environmental Standards. Combined Exposures and Their Effect on Human Beings and Their Environment“ (Streffer et al., 2003)

Übersetzung von Band 18: „Sustainable Development and Innovation in the Energy Sector“ (Steger et al., 2005)

Breyer et al., Organmangel. Ist der Tod auf der Warteliste unvermeidbar?, 2006